

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-249970

(43)Date of publication of application : 28.09.1993

(5)

(51)Int.Cl.

G10H 1/18
 G10H 1/00
 G10H 1/12
 G10K 15/12

(21)Application number : 04-084634

(71)Applicant : ROLAND CORP

(22)Date of filing : 06.03.1992

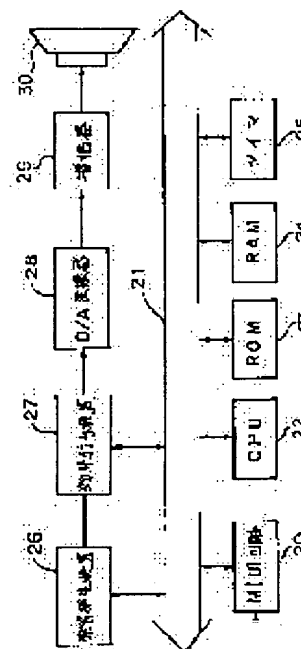
(72)Inventor : FUJISAWA MINORU
 ENDO HIROYUKI
 UZUTA MITSUHIRO

(54) EFFECT GIVING DEVICE FOR ELECTRONIC MUSICAL INSTRUMENT

(57)Abstract:

PURPOSE: To reduce a sense of incompatibility on playing expression by the delay of replay by prohibiting the read of a musical sound data from a signal delay memory for the period corresponding to at least the time until the previous musical sound data remaining in the signal delay memory is outputted, at the time of starting the effect giving to a newly inputted musical sound signal.

CONSTITUTION: An effect giving device 27 has eight channels, and each effect giving channel adds the audio effect corresponding to the effect mode number showing the kind of the effect to be given to the musical signal produced and transferred by a CPU 22 to a musical sound signal generated by the musical sound generating channel (of the same channel number) paired with itself to produce a musical sound signal, and outputs this signal to a D/A convertor 28. When the effect of new musical sound information is given, the read start waiting processing for postponing the read from a delay memory for a determined time from the processing start of the new musical information is conducted to prevent an unnecessary data from being read from the delay memory to form a foreign sound.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

02.02.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the
 examiner's decision of rejection or application converted
 registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of
 rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of
 rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(5)

PARTIAL TRANSLATION OF JP05-249970A

[0018]

In an electronic instrument effect supplying apparatus according to a fifth embodiment of the present invention, memories exceeding the number of effect supplying channels are prepared as signal delay memories and the memories appropriately clear unnecessary musical sound data stored therein. When an effect is supplied to a musical sound signal inputted anew, a signal delay memory whose stored musical sound data is cleared or a signal delay memory whose clearing process is most progressed is selected to be used. Therefore, unnecessary data can be deleted as much as possible simultaneously with a normal effect supplying process, by which a time for a clearing process can be reduced even if the clearing process is required before new effect supplying and a signal delay memory can be used earlier, thus reducing a delay before starting the effect supplying.

(43)公開日 平成5年(1993)9月28日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 1 0 H 1/18	Z	4236-5H		
1/00	C	7406-5H		
1/12		7406-5H		
G 1 0 K 15/12		7227-5H	G 1 0 K 15/ 00	B
			審査請求	未請求 請求項の数 5 (全 34 頁)

(21)出願番号 特願平4-84634

(22)出願日 平成4年(1992)3月6日

(71)出願人 000116068

ローランド株式会社
大阪府大阪市北区堂島浜1丁目4番16号

(72)発明者 藤澤 實
大阪府大阪市住之江区新北島3丁目7番13
号 ローランド株式会社内

(72)発明者 遠藤 弘之
大阪府大阪市住之江区新北島3丁目7番13
号 ローランド株式会社内

(72)発明者 埋田 光博
大阪府大阪市住之江区新北島3丁目7番13
号 ローランド株式会社内

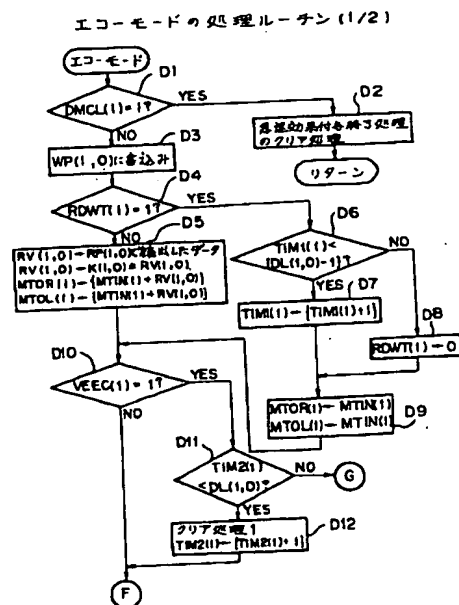
(74)代理人 弁理士 小林 隆夫 (外1名)

(54)【発明の名称】 電子楽器の効果付与装置

(57) 【要約】

【目的】 本発明は電子楽器において楽音に効果を付与する信号処理を行う効果付与装置に関するものであり、付与する効果を変更する際にできるだけ早く新たな効果の付与を開始できるようにして、応答の遅延による演奏表現上の違和感を軽減することを目的とする。

【構成】 信号遅延用メモリを用いて楽音信号に効果を付与する電子楽器の効果付与装置において、新しく入力された楽音信号に効果付与を開始する際に、少なくともその信号遅延用メモリに残留している従前の楽音データが出力されきるまでに相当する期間は信号遅延用メモリから楽音データの読出しを行わないようにする読出し開始待ち処理手段を備えたことを特徴とするものである。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 信号遅延用メモリを用いて楽音信号に効果を付与する電子楽器の効果付与装置において、新しく入力された楽音信号に効果付与を開始する際に、少なくとも該信号遅延用メモリに残留している従前の楽音データが出力されきるまでに相当する期間は該信号遅延用メモリから楽音データの読出しを行わないようにする読出し開始待ち処理手段を備えたことを特徴とする電子楽器の効果付与装置。

【請求項2】 信号遅延用メモリを用いて楽音信号に効果を付与する電子楽器の効果付与装置において、楽音発生装置での楽音発生終了を受けて行われる効果付与終了処理の際に、発生終了した楽音に対して信号遅延用メモリから楽音データを読み出して残りの効果付与処理を行いつつ、該信号遅延用メモリ内の不必要となった楽音データを消去していく効果付与終了処理中クリア処理手段を備えたことを特徴とする電子楽器の効果付与装置。

【請求項3】 信号遅延用メモリを用いて楽音信号に効果を付与する電子楽器の効果付与装置において、新しい楽音情報に対して効果付与チャンネルを割り当てるための急速効果付与終了処理の急速減衰中に、該信号遅延用メモリ内の不必要となった楽音データを消去していく急速効果付与終了処理中クリア処理手段を備えたことを特徴とする電子楽器の効果付与装置。

【請求項4】 信号遅延用メモリを用いて楽音信号に効果を付与する電子楽器の効果付与装置において、該信号遅延用メモリに残留する不必要となった楽音データを、効果付与プログラムの実行において余剰となった空きスロットを用いて消去する空きスロット中クリア手段を備えたことを特徴とする電子楽器の効果付与装置。

【請求項5】 信号遅延用メモリを用いて楽音信号に効果を付与する電子楽器の効果付与装置において、信号遅延用メモリとして効果付与チャンネルの数よりも余分のメモリを用意し、新しく入力された楽音信号に効果付与を行うにあたっては、蓄積した楽音データをクリア済の信号遅延用メモリ、あるいはクリア処理が最も進んでいる信号遅延用メモリを選択して使用する手段を備えたことを特徴とする電子楽器の効果付与装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は電子楽器において楽音に効果を付与する信号処理を行う効果付与装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 電子楽器においては、楽音信号にリバーブ、ディレイ、フィルタ等の効果を付与することが有る。このような効果はディジタル信号処理装置などによ

り付与される。ところで、ディジタル信号処理においては、信号に遅延を生ぜしめるためにメモリ（以降、この目的に使用されるメモリを信号遅延用メモリと称する）を使用している。この信号遅延用メモリは、リバーブ、ディレイ、フィルタなどの効果の種類、各効果の態様（例えばリバーブ効果におけるリバーブタイプやルームサイズなどの効果付与態様）に対応してその長さや数などの使用形態が異なっている。したがって楽音信号に付与する効果付与態様を変更すると、信号遅延用メモリの使用形態も変更される。

【0003】 その際、信号遅延用メモリに従前の信号が残留していると、信号遅延用メモリから取り出されたデータに記憶時に予定した信号処理とは異なる処理がなされ、予期せぬ音が異音となって生成されることがある。これを防ぐために、効果付与態様を変更する際には、信号遅延用メモリに残留する信号を除去してから新たな楽音信号を入力するようにしている。すなわち信号処理を一旦停止後、使用する信号遅延用メモリをクリアし、その後、新たな効果の付与を開始していた。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 このような信号処理装置を使用して効果を付与すると、効果付与態様を変更する場合には、信号遅延用メモリをクリアしている間は信号処理を停止しなければならないが、このクリア処理にはある程度の時間が必要である。このため、新たな効果が付与された楽音の発音の開始は、そのメモリのクリアに要する時間分だけ遅れていた。

【0005】 電子楽器においては、鍵盤や自動演奏装置などから受信する楽音情報（音色、音高、ペロシティなど）に対応した楽音信号を発生しているが、その発生した楽音信号に前記楽音情報に対応した効果付与態様で効果を付与することが望まれることがある。特にその内部にあたかも複数個の「楽器」が有るかのよう機能すべく構成され、同時に複数個の「楽器」から楽音信号を生成するマルチティンバ電子楽器においては、この「楽器」に相当する部分（以下パートと称する）でそれぞれ異なる音色を生成することができるので、パート毎に音色に応じた効果を付与するのが望ましい。

【0006】 この場合、例えば対をなす楽音発生チャンネル・効果付与チャンネルの組を必要数用意し、入力された新たな楽音情報をその対をなす楽音発生チャンネル・効果付与チャンネルの組に割り当てることが考えられる。その場合、新たな楽音情報は、発音・効果付与を終了している、または従前の発音・効果付与を中止しても演奏表現上支障の少ない楽音発生チャンネル・効果付与チャンネルの組に割り当てようとするのが望ましい。

【0007】 しかしながら、このようにすると、新たな楽音情報に基づく効果付与態様が、新たな楽音情報を割り当てようとする効果付与チャンネルで現に付与中の効果付与態様と異なることがあるので、新たな楽音情報を割

10

20

30

40

50

り当てる効果付与チャネルにおいては、効果の付与を停止後、信号遅延用メモリをクリアし、その後に新たな効果の付与を開始する必要がある。したがって信号遅延用メモリをクリアする間新たな効果付与を行えず、効果付与の開始が遅れるとともに新たな楽音信号の生成も遅れ、発音の応答性が損われて、演奏表現上違和感を生じる。

【0008】本発明はかかる事情に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、付与する効果を変更する際にできるだけ早く新たな効果の付与を開始できるようにして、応答の遅延による演奏表現上の違和感を軽減することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】上述の課題を解決するために、本発明の電子楽器の効果付与装置は、第1の形態として、信号遅延用メモリを用いて楽音信号に効果を付与する電子楽器の効果付与装置において、新しく入力された楽音信号に効果付与を開始する際に、少なくともその信号遅延用メモリに残留している従前の楽音データが出力されきるまでに相当する期間は該信号遅延用メモリから楽音データの読出しを行わないようにする読出し開始待ち処理手段を備えたことを特徴とするものである。

【0010】また本発明の電子楽器の効果付与装置は、第2の形態として、信号遅延用メモリを用いて楽音信号に効果を付与する電子楽器の効果付与装置において、楽音発生装置での楽音発生終了を受けて行われる効果付与終了処理の際に、発生終了した楽音に対して信号遅延用メモリから楽音データを読み出して残りの効果付与処理を行いつつ、信号遅延用メモリ内の不必要となった楽音データを消去していく効果付与終了処理中クリア処理手段を備えたことを特徴とするものである。

【0011】また本発明の電子楽器の効果付与装置は、第3の形態として、信号遅延用メモリを用いて楽音信号に効果を付与する電子楽器の効果付与装置において、新しい楽音情報に対して効果付与チャネルを割り当てるための急速効果付与終了処理の急速減衰中に、信号遅延用メモリ内の不必要となった楽音データを消去していく急速効果付与終了処理中クリア処理手段を備えたことを特徴とするものである。

【0012】また本発明の電子楽器の効果付与装置は、第4の形態として、信号遅延用メモリを用いて楽音信号に効果を付与する電子楽器の効果付与装置において、信号遅延用メモリに残留する不必要となった楽音データを、効果付与用プログラムの実行において余剰となった空きスロットを用いて消去する空きスロット中クリア手段を備えたことを特徴とするものである。

【0013】また本発明の電子楽器の効果付与装置は、第5の形態として、信号遅延用メモリを用いて楽音信号に効果を付与する電子楽器の効果付与装置において、信号遅延用メモリとして効果付与チャネルの数よりも余分

のメモリを用意し、新しく入力された楽音信号に効果付与を行うにあたっては、蓄積した楽音データをクリア済みの信号遅延用メモリ、あるいはクリア処理が最も進んでいる信号遅延用メモリを選択して使用する手段を備えたことを特徴とするものである。

【0014】

【作用】本発明の第1の形態の電子楽器の効果付与装置では、新しく入力された楽音信号に効果付与を開始する際に、その信号遅延用メモリに残留している従前の楽音データ（つまり異音の原因となる無効なデータ）が出力されきるまでに相当する期間は該信号遅延用メモリから楽音データの読出しを停止するので、新たな楽音信号への効果付与開始指示の後の所定期間（異音が生じえる期間）は効果付与装置から楽音が出られず、異音が出られることを防止できる。したがって、従前の楽音信号が信号遅延用メモリに残留していても支障を生じないので、クリア処理が不要となり、効果付与開始までの遅れを少なくすることができる。

【0015】また本発明の第2の形態の電子楽器の効果付与装置では、楽音発生装置での楽音発生が終了した楽音に対して残りの効果付与を行っている効果付与終了処理の期間中に、信号遅延用メモリ内の不必要となった楽音データを逐次に消去していく。例えば、信号遅延用メモリから残りの効果付与を行うために楽音データを読み出しつつ、その読み出したと同じアドレス位置に“0”データを書き込むことで、信号遅延用メモリの不必要な楽音データを消去していくことができる。したがって、効果付与終了処理と並行して不要なデータを極力消去していくので、新たな効果付与にあたってはクリア処理が必要な場合でもその時間を短縮でき、信号遅延用メモリを早く使用できるようになり、効果付与開始までの遅れを少なくすることができる。

【0016】同様に、本発明の第3の形態の電子楽器の効果付与装置では、急速効果付与終了処理の急速減衰中に、信号遅延用メモリ内の不必要となった楽音データ（例0は各読出し点が急速効果付与終了開始時のアドレスから急速減衰中に経過する区間を除いた区間のデータを）を消去していく。したがって、急速減衰処理と並行して不要なデータを極力消去していくので、新たな効果付与にあたってはクリア処理が必要な場合でもその時間を短縮でき、信号遅延用メモリを早く使用できるようになり、効果付与開始までの遅れを少なくすることができる。

【0017】また本発明の第4の形態の電子楽器の効果付与装置では、信号遅延用メモリに残留する不必要となった楽音データを、効果付与用プログラムの実行において余剰となった空きスロットを用いて消去する。例えば消去処理の開始時に効果付与用のスロット数から効果付与チャネルで使用中の総スロット数を除いたスロット数の範囲で処理可能な消去プログラムを用意しておいて、

それを起動して信号遅延用メモリの楽音データを逐次に消去する。したがってより多くのスロットを用いて消去できるので、信号遅延用メモリを早く使用できるようになり、効果付与開始までの遅れを少なくすることができる。

【0018】また本発明の第5の形態の電子楽器の効果付与装置では、信号遅延用メモリとして効果付与チャンネルの数よりも余分のメモリを用意し、それらのメモリはそれに蓄積された不必要な楽音データを適宜クリアしていくようにする。そして新しく入力された楽音信号に効果付与を行うにあたっては、蓄積した楽音データをクリア済の信号遅延用メモリ、あるいはクリア処理が最も進んでいる信号遅延用メモリを選択して使用する。したがって、通常の効果付与処理と並行して不要なデータを極力消去していくことでできるので、新たな効果付与にあたってはクリア処理が必要な場合でもその時間を短縮でき、信号遅延用メモリを早く使用できるようになり、効果付与開始までの遅れを少なくすることができる。

【0019】

【実施例】図1には本発明の一実施例としての信号処理装置が適用される電子楽器が示される。この実施例の電子楽器は、独立した複数個の音色のパートを有するマルチティンバ電子楽器についてのものであり、このマルチティンバ電子楽器においては、パートへの楽音情報を各パートに対応するMIDIチャンネルを使用して供給するようになっている。また楽音発生チャンネルと効果付与チャンネルを固定的に組み合わせ、各楽音発生チャンネルで発生した楽音信号に、その組み合わせられた対をなす効果付与チャンネルで効果を付与するように構成されている。

【0020】なお説明が煩瑣にならないように、本実施例においては楽音情報に基づいて変更する効果付与態様としては効果の種類（以降、効果モードと称する）のみとし、効果の種類をエコーモードとリバーブモードの2種類とする。

【0021】図1において、20はMIDI信号を受信するMIDI回路である。このMIDI回路20は公知の技術により、図示しない外部の自動演奏装置より図示しないMIDIバスを介してMIDI信号を受信し、これを解読してMIDIメッセージを取り出すとともに、MIDI信号の受信を完了する都度にバス21を介して対応する割込みをCPU22にかける。ROM23にはCPU22の実行するプログラムとともに、各処理に必要なデータおよびテーブルなどがあらかじめ記憶されている。RAM24にはプログラムを実行するために必要な各種レジスタなどを含むワーキングエリアが設定されている。タイマ25は所定時間間隔でCPU22にタイマ割込みをかける。

【0022】前記CPU22は所定プログラムを実行し、MIDI回路20からの割込みに応じてMIDIメッセージを受け取り、それを順次にRAM24の楽音情

報FIFO（ファーストイン・ファーストアウトメモリ）に書き込む。例えばノートオン/オフメッセージを書き込む。また書き込まれたMIDIメッセージに基づき、所定プログラムを実行することにより楽音発生装置26、効果付与装置27を制御している。

【0023】楽音発生装置26は8チャンネルの楽音発生チャンネルを備え、各々の楽音発生チャンネルは、CPU22で生成され転送される楽音信号の波形、周波数、振幅などを決定する楽音発生パラメータに基づき、原楽音信号を発生するとともに、エンベロープを生成してその発生した原楽音信号にエンベロープを付与して楽音信号を発生し、それを効果付与装置27に出力する。この楽音発生装置は公知の技術なので詳細な説明は省略する。

【0024】効果付与装置27は8チャンネルの効果付与チャンネルを備え、各々の効果付与チャンネルは、CPU22で生成され転送される楽音信号に付与する効果の種類を示す効果モード番号に対応する音響効果を、自己と対をなす（同じチャンネル番号の）楽音発生チャンネルで発生した楽音信号に付与して楽音信号を生成し、それをD/A変換器28に出力する。

【0025】すなわち、効果付与装置27は、図示しないデジタルシグナルプロセッサ（DSP）、DSPの実行するプログラムを記憶するプログラムROM、効果付与処理に必要なデータなどを記憶するデータROM、プログラムを実行するために必要な各種レジスタなどの設定や信号遅延に用いるデータRAMなどとともに、CPU22、8個の楽音発生チャンネル、およびD/A変換器28との通信をする外部インタフェースを備えている。

【0026】このデータRAMの記憶エリアは変数用レジスタ等のエリアと信号遅延用のエリアに分割して使用される。また信号遅延用エリアはさらに8チャンネルの効果付与チャンネルに対応して8分割され、それぞれの効果付与チャンネルのエリアはリングメモリ技法により仮想的にリング状に使用される。

【0027】外部インタフェースは各楽音発生チャンネルより受信した楽音信号データ、楽音信号の発生終了信号、およびCPU22よりの効果付与チャンネルの処理モードを示すFXMD、効果の付与開始信号、急速効果付与終了処理1/2開始信号などを外部インタフェースの内部の入力バッファに記憶する。また、内部の出力バッファのデータを送信する。具体的には、D/A変換器28への楽音信号データの送出、対をなす楽音発生チャンネルへの楽音信号の発生停止信号の送出、CPU22への効果付与終了チャンネル番号、急速効果付与終了処理1/2対象チャンネル番号の送信などをする。

【0028】D/A変換器28ではデジタル信号をアナログ信号に変換し増幅器29を介してスピーカ30に送り、楽音を発生させている。公知の技術なので詳細な説明は省略する。楽音発生装置26、効果付与装置27およびD/A変換器28などはCPU22と同期して動

10

20

30

40

50

作し、相互に各種信号の通信などを行い、協働している。

【0029】以下、実施例装置の動作を説明する。まず全体的な動作概要から説明する。新たに入力された楽音情報は楽音発生チャンネルと効果付与チャンネルの組に割り当てられて楽音発生と効果付与がされるが、その際、楽音発生チャンネルが発音中か発音終了か、効果付与チャンネルが効果付与中か効果付与終了か、さらに効果付与チャンネルで新たに付与される効果モードが従前に付与されていた効果モードと同じか否かによって処理がそれぞれ異なる。

【0030】すなわち、新たな楽音情報が割り当てられる際に、楽音発生チャンネルが発音中であればそれを発音終了する処理が必要であり、また効果付与チャンネルが効果付与中であればそれを急速に終了させる処理が必要であり、また効果付与チャンネルで付与する効果モードが従前のものと異なるならば付与効果を変更するためのデータをその効果付与チャンネルに新たに転送するなどの処理が必要である。

【0031】この楽音発生チャンネルと効果付与チャンネルの組の状態を場合分けすると以下ようになる。

【1. 1】効果付与チャンネルの効果付与が終了（楽音発生チャンネルも当然に発音終了している）している場合。

【0032】【1. 2】効果付与チャンネルが効果付与中であり、楽音発生チャンネルが発音終了している場合。この場合は更に、効果付与チャンネルで新たに付与する効果モードが従前の効果モードと同じか否かで二通りに分かれる。すなわち、

【1. 2. 1】効果付与チャンネルで新たに付与する効果モードが従前の効果モードと同じ状態。

【1. 2. 2】効果付与チャンネルで新たに付与する効果モードが従前の効果モードと異なる場合。この場合、急速効果付与終了処理1を行う。

【0033】【1. 3】効果付与チャンネルが効果付与中であり、楽音発生チャンネルが発音中である場合。この場合も更に、効果付与チャンネルで新たに付与する効果モードが従前の効果モードと同じか否かで状態が二通りに分かれる。すなわち、

【1. 3. 1】効果付与チャンネルで新たに付与する効果モードが従前の効果モードと同じ場合。

【1. 3. 2】効果付与チャンネルで新たに付与する効果モードが従前の効果モードと異なる場合。この場合、急速効果付与終了処理2を行う。

これら各項目の処理の詳細な内容は後で説明する。

【0034】図3および図4には楽音発生チャンネルと効果付与チャンネルの組を上記の各場合に切り分けて処理を行うための、CPU22で実行されるメインルーチンが示される。すなわち、入力された楽音情報を調べてそれがノートオン/オフメッセージであるか否かを判定し

（ステップA3）、ノートオン/オフメッセージであれば更にそのメッセージがノートオンメッセージかノートオフメッセージかを判定する（A5）。ノートオフメッセージであれば、ノートオフ処理（後に項目【2】で詳細に説明する）をする（ステップA6）。

【0035】ノートオンメッセージであれば、その楽音情報を割り当てる楽音発生チャンネルと効果付与チャンネルの組の効果付与チャンネルが効果付与中か否かを判定する（ステップA8）。その効果付与チャンネルが効果付与終了であれば（すなわち前記項目（1. 1）の場合）であれば、それに応じた処理をする。

【0036】その効果付与チャンネルが効果付与中であれば（すなわち前記項目【1. 2】または【1. 3】の場合）、更にそれと対になっている楽音発生チャンネルが発音中か発音終了かを判定する（ステップA10）。

【0037】その楽音発生チャンネルが発音終了であれば（前記項目【1. 2】の場合）、効果付与チャンネルで新たに付与する効果の効果モードが従前の効果モードと同じか否かを判定し（ステップA11）、異なっていれば（前記項目【1. 2. 2】の場合）、効果付与チャンネルに対して急速効果付与終了処理1（効果モード変更のためのデータ転送などの処理）を指示する（ステップA12）。同じであれば（前記項目【1. 2. 1】の場合）、楽音発生チャンネルの発音開始処理2を指示する（ステップA13）。この場合、効果付与チャンネルに対して効果モード変更のためのデータ転送をする必要はない。

【0038】一方、その楽音発生チャンネルが発音中であれば、効果付与チャンネルで新たに付与する効果の効果モードが従前の効果モードと同じか否かを判定し（ステップA14）、異なっていれば（前記項目【1. 3. 2】の場合）、効果付与チャンネルに対して急速効果付与終了処理2（効果モード変更のためのデータ転送などの処理）を指示する（ステップA15）。同じであれば（前記項目【1. 3. 1】の場合）、現に発音中の楽音発生チャンネルの発音を急速に終了するための急速発音終了処理を指示する（ステップA16）。この場合、効果付与チャンネルに対して効果モード変更のためのデータ転送をする必要はない。

【0039】図5および図6は効果付与装置のDSPで実行される効果付与処理の手順を示すDSPメインルーチンである。この効果付与装置では、楽音信号を受信【サンプリング】する毎に効果付与処理を行っている。楽音信号の受信は例えば約44.1kHzで行われ、よって1サンプリング周期は約23μsとなる。このDSPルーチンはその1サンプリング周期内でステップB2からB11までが実行開始、実行終了されるものであり、それが各サンプリング毎に繰り返される。

【0040】このDSPメインルーチンでは、各サンプリング点において、各楽音発生チャンネルから必要なデー

タを効果付与チャンネルに取り込む入力処理を行い（ステップB2）、次にその取り込んだデータに基づいて第1効果付与チャンネルから第8効果付与チャンネルまで順次に効果付与処理を行い（ステップB3～B10）、最後に各効果付与チャンネルの出力データを最終的に足し合わせるなどの出力処理を行う（ステップB11）。

【0041】図7および図8には各効果付与チャンネルでの効果付与処理の例として、第1効果付与チャンネルでの処理手順（すなわちステップB3での処理手順）が示される。この第1効果付与チャンネルの処理では、まず、第1効果付与チャンネルについて現サンプリング点において初めて新しく効果付与を開始するのか、それとも現サンプリング点以前において既に効果付与が開始されていたのかを判定する（ステップC1）。

【0042】新しく効果付与を開始するものである時には、その新しい効果の効果モードは何かを判定する（ステップC2）。この実施例では効果モードはエコーモードとリバーブモードの二つであり、エコーモードのみ、請求項1の発明に対応する読出し開始待ち処理を行う。よってエコーモードと判定された時には、読み出し開始待ち処理を行うための準備（各パラメータの設定）をする（ステップC3）。

【0043】なお、この読出し開始待ち処理では、信号遅延用メモリ（RAMの信号遅延用エリア）に蓄積されている従前の効果モードでの楽音データが出力されきるまで（ここでは新たな楽音データが上書きされるまで）信号遅延用メモリからのデータの読出しを停止し、それにより効果付与の初期において従前のデータにより異音が発生されることを防止するものである。

【0044】新しく効果付与を開始するものである時には、その新たな効果の効果モードが何であるかを内部レジスタに設定する。そして後のステップで内部レジスタに設定した効果モードが何かを判定し（ステップC12）、それがリバーブモードであれば、図14および図15に示されるリバーブ処理を行い（ステップC13）、エコーモードであれば図11および図12に示されるエコー処理を行う（ステップC14）。

【0045】いっぽう、既に効果付与が開始されていた場合には、読出し開始待ち処理などの準備は既に完了しているのでそれらの処理をまた行う必要はなく、よって引き続き効果付与の処理を行う。それにあたって楽音発生チャンネルの楽音発生は終了したか否か（ステップC5）、急速効果付与終了処理を行っているか否か（ステップC7、C9）などを判定して、それぞれに応じたパラメータの設定処理（ステップC6、C8、C10、C11）をする。

【0046】エコーモードの処理を図11および図12を参照して説明する。このエコーモードでは、新たな楽音情報の効果付与をするにあたっては、新たな楽音情報の処理開始から所定時間の間（すなわち遅延メモリに蓄

積されている従前のモードでのデータが出力されきるまでの時間）は遅延メモリからの読出しを見合わせる読出し開始待ち処理を行って、不要なデータが遅延メモリから読み出されて異音となることを防止する。

【0047】すなわち、対となる楽音発生チャンネルから入力されたデータを遅延メモリに書き込み（ステップD3）、現時点がまだ読出し開始待ち処理の期間中か否かを判定して（ステップD4）、読出し開始待ち処理の期間中であればステップD6～D9の読出し開始待ち処理を行い、読出し開始待ち処理の期間が終了していれば、通常の効果付与を行う（ステップD5）。

【0048】このステップD5では、遅延メモリからその遅延メモリに所定時間前に入力されたデータ（すなわち遅延されたデータ）を読み出して、そのデータに係数をかけるなどの効果付与のための処理を行う。このデータはエコー音として効果付与チャンネルから出力される。

【0049】次に請求項2の発明に対応する処理をする。この請求項2の発明では、楽音発生チャンネルの発音が終了した場合に、効果付与チャンネルに残留している音が出力されきるまでの間において、その効果付与チャンネルの遅延メモリからデータを読み出す度にその読出しアドレス位置に“0”を順次に書き込んでいくことによって、実質的に遅延メモリのクリアを行う。

【0050】

すなわち、楽音発生チャンネルの発音が終了したかを判定し（ステップD10）、発音終了しているならば、現サンプリング点が発音終了から所定時間以内（すなわち発音終了後、遅延メモリの残留データが出力されきるまでの時間以内）であるか否かを判定する（ステップD11）。この所定時間以内であれば、クリア処理1を行う（ステップD12）。このクリア処理1では、遅延メモリからデータを読み出すと、その読出しアドレス位置に“0”を書き込んでいくことにより、発音終了した楽音に対して残りの効果付与を行いつつ、遅延メモリ内の不必要となったデータをクリアしていく。

【0051】なお、この実施例では信号遅延用メモリの内容をクリアするために従来の方法も行っている。すなわち、現時点が、従前の効果付与を中止する急速効果付与終了処理を行っているか否かを判定し（ステップD16）、急速効果付与終了処理を行っている最中であれば、エンベロープレベルを急速減衰させる急速減衰処理を行い（ステップD17）、その結果、急速減衰エンベロープレベルが“0”になったなら、急速減衰処理が終了した旨のフラグ（DMCL（N））を立てて、次サンプリング時点ではステップD2の急速効果付与終了処理のクリア処理においてクリア処理2が行われるようにする。その際、遅延メモリのどの範囲のデータを消去するかの情報も指示する。図13はこの急速効果付与終了処理のクリア処理の手順を示すフローチャートである。この処理におけるクリア処理2では、遅延メモリの消去を

指示されたアドレス範囲について、各サンプリング点ごとに遅延メモリのデータがある量ずつまとめて消去していく。

【0052】一方、新しい効果モードがリバーブモードである場合には（ステップC12、C13）、図14および15のリバーブモード処理を行う。このリバーブモード処理では、読出し開始待ち処理や遅延メモリのデータをクリアする処理は行わない。これは、従前の効果モードがリバーブモードで新たな効果モードが再びリバーブモードであった場合には、従前の残響音が残っていても違和感はないので、新たな効果付与に際してわざわざ遅延メモリの読出し開始待ちをしたりその内容をクリアする処理は必要でなく、また従前の効果モードがリバーブモードで新たな効果モードがエコーモードの場合には、エコーモードで遅延メモリの読出し開始待ち処理やその内容のクリア処理を行うのでリバーブモードのほうでそれらの処理をする必要がないからである。

【0053】もっともリバーブモードでも読出し開始待ち処理を行うようにしてもよく、図16～図18はその場合のリバーブモード処理の手順を示すフローチャートである。このリバーブモード処理においては、ステップF3～F21により読出し開始待ち処理を行っている。

【0054】詳細な処理の説明

前述の各場合分けした処理の詳細を以下に説明する。

① ノートオンメッセージを受信するとCPU22は割り当てるべき楽音発生チャネル・効果付与チャネルの組を選定するとともに、その選定した楽音発生チャネル・効果付与チャネルの組の効果付与チャネルが効果の付与を終了しているか否かを調べる（ステップA7、8参照）。

【0055】① 効果付与チャネルが効果の付与を終了している場合には、それと対の楽音発生チャネルも楽音信号の発生を終了しているので、その楽音発生チャネルについての発音開始処理を行う。すなわち、

① CPU22は楽音発生チャネルに楽音発生パラメータを送信し、楽音発生チャネルは受信した楽音発生パラメータに対応した楽音の発生の準備をする。

② またCPU22は楽音発生チャネルに楽音信号の発生開始信号を、効果付与チャネルに効果モード番号および効果の付与開始信号を送信する（ステップA9参照）。

楽音発生チャネルは楽音信号の発生開始信号を受信すると、楽音発生パラメータに基づいた楽音信号の発生を開始するとともに、楽音信号の発生開始からの経過時間等に基づいてエンベロープなどを推移しつつ対をなす効果付与チャネルに楽音信号データを送信する。効果付与チャネルは効果モード番号および効果の付与開始信号を受信すると、対をなす楽音発生チャネルから受信した楽音信号データに効果モード番号に基づいた効果の付与を開始する。

【0056】① 効果付与チャネルは効果の付与を終了していないが楽音発生チャネルは楽音信号の発生を終了している場合には、CPU22は新たな効果モード番号が従前と同じであるか否かを調べる（ステップA8、A10、A11参照）。

【0057】① 効果付与チャネルは効果の付与を終了していないが楽音発生チャネルは楽音信号の発生を終了している場合には、CPU22は新たな効果モード番号が従前と同じであるか否かを調べる（ステップA8、A10、A11参照）。同じである場合には、その効果付与チャネルの効果モード番号は従前のものをそのまま使えるので、CPU22は効果付与チャネルには格別の指示は行わず、楽音発生チャネルに楽音発生パラメータおよび楽音信号の発生開始信号を送信する。楽音発生チャネルは前述のようにそれらを受信すると楽音の発生などの開始などをする。なお効果付与チャネルは従前の効果の付与を継続している（ステップA13参照）。

【0058】② 同じでない場合には、その効果付与チャネルの効果モード番号を変更する必要があるので、CPU22は効果付与チャネルに効果モード番号および急速効果付与終了処理1開始信号を送信する（ステップA12参照）。効果付与チャネルはこの急速効果付与終了処理1開始信号を受信すると、所定形状の急速減衰エンベロープを生成し、その急速減衰エンベロープに従って効果付与チャネルの出力信号を減衰させて最終的には「0」とする（以降急速減衰処理と称する）。効果付与チャネルは急速減衰エンベロープレベルが「0」になるとデータRAMの信号遅延用エリアの受信した効果モード番号に対応する効果モードで使用するエリアをクリアし、クリアを終了するとCPU22に急速効果付与終了処理1対象チャネル番号を送信する（以降、急速効果付与終了処理1と称する）。CPU22は急速効果付与終了処理1対象チャネル番号を受信すると、楽音発生チャネルに楽音発生パラメータおよび楽音信号の発生開始信号を、また効果付与チャネルに効果の付与開始信号を送信する（タイマ割込みルーチン②参照）。楽音発生チャネルは前述のようにそれらを受信すると楽音の発生などの開始などをする。効果付与チャネルは前述のようにそれらを受信すると効果の付与を開始する。

【0059】③ 楽音発生チャネルが楽音信号の発生を、効果付与チャネルが効果の付与とともに終了していない場合には、CPU22は新たな効果モード番号が従前と同じであるか否かを調べる（ステップA8、A10、A14参照）。

【0060】③ 同じである場合には、

① CPU22は効果付与チャネルには格別の指示は行わず、楽音発生チャネルに楽音発生急速発音終了処理開始信号を送信する（A16参照）。

② 楽音発生チャネルは急速発音終了処理開始信号を受信すると、エンベロープを急速減衰エンベロープに変更し、急速減衰エンベロープレベルが「0」になるとCPU22に急速発音終了処理対象楽音発生チャネル番号を送信する（以降、急速発音終了処理と称する）。

③ CPU 22は急速発音終了処理対象楽音発生チャンネル番号を受信すると楽音発生チャンネルに楽音発生パラメータおよび楽音信号の発生開始信号を送信する(タイマ割込みルーチン⑤参照)。楽音発生チャンネルは前述のようにそれらを受信すると楽音の発生などの開始などをする。なお効果付与チャンネルは従前の効果の付与を継続している。

【0061】 [1. 3. 2] 同じでない場合には、

① CPU 22は効果付与チャンネルに効果モード番号および急速効果付与終了処理2開始信号を送信する(ステップA15参照)。

② 効果付与チャンネルは急速効果付与終了処理2開始信号を受信すると急速減衰処理を行い、急速減衰エンベロープレベルが「0」になると、対をなす楽音発生チャンネルに楽音信号の発生停止信号を送信するとともに、引き続いてデータRAMの信号遅延用エリアにおける受信した効果モード番号に対応する効果モードで使用するエリアをクリアし、クリアを終了するとCPU 22に急速効果付与終了処理2対象チャンネル番号を送信する(以降急速効果付与終了処理2と称する)。

③ 楽音発生チャンネルは楽音信号の発生停止信号を受信すると楽音信号の発生を停止する。より詳しくは原楽音信号の発生を停止するとともに、エンベロープレベルを「0」にする。

④ CPU 22は、急速効果付与終了処理2対象チャンネル番号を受信すると、楽音発生チャンネルに楽音発生パラメータおよび楽音信号の発生開始信号を、また効果付与チャンネルに効果の付与開始信号を送信する(タイマ割込みルーチン③参照)。楽音発生チャンネルは前述のようにそれらを受信すると楽音の発生などの開始などをする。効果付与チャンネルは前述のようにそれらを受信すると効果の付与を開始する。

【0062】 [2] ノートオフ処理(ステップA6)

① CPU 22はノートオフメッセージを受信すると楽音発生チャンネルにノートオフ信号を送信する。

② 楽音発生チャンネルはノートオフ信号を受信すると、ノートオフ状態およびノートオフからの経過時間等に基づいてエンベロープなどを推移し、さらに時間が経過して楽音信号の発生を終了する(エンベロープ処理が進行しリリース状態においてエンベロープレベルが「0」になると、CPU 22に発音終了楽音発生チャンネル番号を、また対をなす効果付与チャンネルに楽音信号の発生終了信号を送信する。

③ 効果付与チャンネルは楽音信号の発生終了信号を受信後、その発生終了信号を受信前に入力された楽音信号への効果の付与を引き続き行い、それが完了すると、後述のデータRAMの信号遅延用エリアのこの効果付与チャンネルが占有するエリアをクリアし、クリアを終了するとCPU 22に効果付与終了チャンネル番号を送信する(以降、効果付与終了処理と称する)。

④ CPU 22は発音終了楽音発生チャンネル番号/効果付与終了チャンネル番号を受信すると、その楽音発生チャンネルが楽音信号の発生を終了している/効果付与を終了していることを示すようにする(タイマ割込みルーチン④/①参照)。なお、楽音発生チャンネルは楽音信号の発生を終了後、急速発音終了処理後、または楽音信号の発生停止信号を受信後、新たな楽音発生パラメータに基づく楽音の発生の準備が整いつつ楽音信号の発生開始信号を受信するまでは、楽音信号データとして「0」を出力する。

【0063】以降、各フローチャートなどの詳細な説明をする。

楽音発生チャンネル管理マップ(図2)

図2は楽音発生チャンネル管理マップを示す。この楽音発生チャンネル管理マップにおいては、「1~8」の番号により8個の楽音発生チャンネルを示す楽音発生チャンネル番号に対応して次のものがRAM 24の所定の領域に記憶される。

パート番号: 16個のパートの種類を「0~15」でもって示す。

ノート番号: 楽音の音高を示す。

ノートステータス: ノートオンを「1」でもってノートオフを「0」でもって示す。

発音中フラグ: 楽音発生チャンネルが楽音信号の発生中を「1」でもって示す。

効果付与中フラグ: 効果付与チャンネルが効果付与中を「1」でもって示す。

効果モード番号:

楽音発生パラメータ群:

【0064】CPU 22のメインルーチン(図3および図4)

A1: 初期設定 楽音発生チャンネル管理マップ、各種変数、フラグなどを初期状態に設定する。

A2: 楽音情報FIFOが空きであるか否かを判断する。

「Yes」ならステップA17へ、「No」なら楽音情報FIFOからMIDIメッセージを読み出してステップA3へ。

A3: ノートオンまたはノートオフメッセージであるか否かを判断する。「No」ならステップA17へ、「Yes」ならステップA4へ。

A4: 読み出したノートオンまたはノートオフメッセージのMIDIチャンネル番号に対応するパート番号をPTNMに設定する。対応関係はROM 23に記憶されている。音高を示すノート番号をNTNMに、ノートオン/オフを示すノートステータスをNTSTに設定する。

A5: NTSTが「1: ノートオン」であるか否かを判断する。

「No」ならステップA6へ、「Yes」ならステップA7へ。

A 6 : ノートオフに関する処理をする。

① 楽音発生チャンネル管理マップにおけるパート番号が PTNM でノート番号が NTNM でノートステータスが「1 : ノートオン」の楽音発生チャンネル番号のノートステータスを「0 : ノートオフ」に変更する。

② 対応する楽音発生チャンネルにノートオフ信号を送信する。

【0065】A 7 ~ A 16 : ノートオンに関する処理をする。

A 7 : ① 公知の技術により最も古く楽音信号の発生を開始した楽音発生チャンネルを探し、その楽音発生チャンネル番号を ASNM に設定する。

② 楽音発生チャンネル管理マップにおける ASNM に対応する楽音発生チャンネル番号のパート番号を PTNM に、ノート番号を NTNM に、ノートステータスを「1 : ノートオン」に変更するとともに、PTNM であるパート番号に対応して ROM 23 に記憶されている音色パラメータおよび NTNM に基づいて各種楽音発生パラメータを演算し、(楽音発生チャンネル管理マップにおける ASNM に対応する楽音発生チャンネル番号の) 楽音発生パラメータ群の対応するエリアに設定する。

③ PTNM であるパート番号に対応して ROM 23 に記憶されている効果モード番号を読み出し FXMD に設定する。

【0066】A 8 : 楽音発生チャンネル管理マップにおける ASNM に対応する楽音発生チャンネル番号の効果付与中フラグが「1 : 効果付与中」で有るか否かを判断する。「No」ならステップ A 9 へ、「Yes」ならステップ A 10 へ。

A 9 : ① 楽音発生チャンネル管理マップにおける ASNM に対応する楽音発生チャンネル番号の発音中フラグを「1 : 楽音信号の発生中」に、効果付与中フラグを「1」に、効果モード番号を FXMD に変更する。

② (楽音発生チャンネル管理マップにおける ASNM に対応する楽音発生チャンネル番号の楽音発生パラメータ群の) 各種楽音発生パラメータを対応する楽音発生チャンネルに送信する。

③ まず対応する効果付与チャンネルに FXMD を送信する。次に対応する楽音発生チャンネルに楽音信号の発生開始信号を、対応する効果付与チャンネルに効果の付与開始信号を送信する。

【0067】A 10 : 楽音発生チャンネル管理マップにおける ASNM に対応する楽音発生チャンネル番号の発音中フラグが「1」で有るか否かを判断する。「No」ならステップ A 11 へ、「Yes」ならステップ A 14 へ。

A 11 : 楽音発生チャンネル管理マップにおける ASNM に対応する楽音発生チャンネル番号の効果モード番号が FXMD であるか否かを判断する。すなわち効果の付与を継続できるか否かを判断する。「No」ならステップ A 12 へ、「Yes」ならステップ A 13 へ。

A 12 : ① 楽音発生チャンネル管理マップにおける ASNM に対応する楽音発生チャンネル番号の発音中フラグを「1」に、効果モード番号を FXMD に変更する。

② 対応する効果付与チャンネルに FXMD および急速効果付与終了処理 1 開始信号を送信する。

【0068】A 13 : ① 楽音発生チャンネル管理マップにおける ASNM に対応する楽音発生チャンネル番号の発音中フラグを「1」に変更する。

② 対応する楽音発生チャンネルに各種楽音発生パラメータを送信する。

③ 対応する楽音発生チャンネルに楽音信号の発生開始信号を、対応する効果付与チャンネルに効果の付与開始信号を送信する。

A 14 : 楽音発生チャンネル管理マップにおける ASNM に対応する楽音発生チャンネル番号の効果モード番号が FXMD であるか否かを判断する。「No」ならステップ A 15 へ、「Yes」ならステップ A 16 へ。

A 15 : ① 楽音発生チャンネル管理マップにおける ASNM に対応する楽音発生チャンネル番号の効果モード番号を FXMD に変更する。

② 対応する効果付与チャンネルに FXMD および急速効果付与終了処理 2 開始信号を送信する。

A 16 : 対応する楽音発生チャンネルに急速発音終了処理開始信号を送信する。

A 17 : その他の処理をする。すなわちステップ A 3 において楽音情報 FIFO から読み出した MIDI メッセージのうちのノートオン/オフメッセージ以外の MIDI メッセージを処理するなどのその他の処理をする。そしてステップ A 2 に戻る。

【0069】タイマ割込みルーチン

所定時間間隔でタイマ割込みが発生すると以下の処理をする。

・DSP から各種信号を受信する。

① 受信内容に効果付与終了チャンネル番号が含まれている場合には、楽音発生チャンネル管理マップにおける受信した効果付与終了チャンネル番号に対応する楽音発生チャンネル番号の効果付与中フラグを「0」に変更する。

② 受信内容に急速効果付与終了処理 1 対象チャンネル番号が含まれている場合には、まずステップ A 9 に準じて受信した急速効果付与終了処理 1 対象楽音発生チャンネル番号に対応する楽音発生チャンネルに各種楽音発生パラメータを送信する。次に受信した急速効果付与終了 1 処理対象チャンネル番号に対応する楽音発生チャンネルに楽音信号の発生開始信号を、対応する効果付与チャンネルに効果の付与開始信号を送信する。

③ 受信内容に急速効果付与終了処理 2 対象チャンネル番号が含まれている場合には、前述の急速効果付与終了処理 1 対象チャンネル番号に準じた処理をする。

【0070】・楽音発生チャンネルから各種信号を受信する。

④ 受信内容に発音終了楽音発生チャンネル番号が含まれている場合には、楽音発生チャンネル管理マップにおける受信した発音終了楽音発生チャンネル番号に対応する楽音発生チャンネル番号の発音中フラグを「0」に変更する。

⑤ 受信内容に急速発音終了処理対象楽音発生チャンネル番号が含まれている場合には、まずステップA9に準じて受信した急速発音終了処理対象楽音発生チャンネル番号に対応する楽音発生チャンネルに各種楽音発生パラメータを送信する。次に受信した急速発音終了処理対象楽音発生チャンネル番号に対応する楽音発生チャンネルに楽音信号の発生開始信号を送信する。なお、A9においても効果モード番号が従前と同じであるか否かを判断し、効果モード番号が同じでない場合にのみ、対応する効果付与チャンネルにFXMDおよび効果の付与開始信号を送信するようにしても良い。

【0071】この図3および図4のメインルーチンでは、効果付与チャンネルへの急速効果付与終了処理の指示を効果付与チャンネルが効果の付与中であつてかつ従前とは異なる効果モードである場合にのみ行うようにしたので、同じ効果モードの場合は急速効果付与終了処理は不要となり新たな効果の付与を速やかに開始できる。なお、効果の種類を示す効果モードが同じか否かで判断したが、効果付与チャンネルに効果付与態様を制御する他の効果制御パラメータ、例えば効果の態様あるいは内部パラメータ（遅延時間長、乗算係数など）を送信するような場合には、それらの新たな送信データによる効果の付与が、従前の送信データに基づく効果の付与を内部パラメータを徐々に変更するなどの経過処理などにより継続することが可能か否かで判断するようにすると良い。

【0072】効果付与装置の動作の概要：

〔3〕効果の付与を終了している効果付与チャンネルにおいて効果モード番号および効果の付与開始信号を受信すると、効果モードを新たな効果モード番号に対応するように変更する（ステップC4参照）。なお新たな効果モードがエコーモードである場合には、読出し開始待ちフラグの設定およびタイマカウンタ1のクリアをする（C3参照）。

【0073】〔3.1〕効果モードがエコーモードである場合

受信した楽音信号データをデータRAMの信号遅延用のエリアの当該効果付与チャンネルのエリア（以降データRAMの遅延用エリアと略記する）に書き込み（D3参照）つつ以下の処理をする。

【0074】〔3.1.1〕受信した楽音信号データをD/A変換器28に出力する（効果の付与はしない）とともに（ステップD9）、タイマカウンタ1を歩進させる（ステップD7参照）。この動作をタイマカウンタ1のカウンタ値が所定値に達するまで毎サンプリング点で繰り返す。

【0075】〔3.1.2〕タイマカウンタ1のカウン

ト値が所定値に達すると、データRAMの遅延用エリアから（効果の開始時に受信した新たな楽音情報に基づく）楽音信号データを読み出し、その読み出したデータに所定係数を乗算後、受信した楽音信号データに加算して（エコー効果を付与して）D/A変換器28に出力する（ステップD5参照）。

【0076】〔3.1.3〕以降、データRAMの遅延用エリアから楽音信号データを読み出し、その読出したデータに所定係数を乗算して受信した楽音信号データに加算してD/A変換器28に出力する動作（エコー効果の付与動作）を毎サンプリング点で繰り返す。

【0077】〔3.2〕効果モードがリバーブモードである場合には、受信した楽音信号データにリバーブ効果を付与しD/A変換器28に出力する（ステップE1参照）。すなわちエコーモードの〔3.1.3〕に相当する動作のみを行う。

【0078】〔4〕効果付与終了処理：楽音信号の発生終了信号を受信すると、タイマカウンタ2をクリアする（ステップC6参照）。

【0079】〔4.1〕効果モードがエコーモードである場合

〔4.1.1〕前述の〔3.1〕の動作に加えて、データRAMの遅延用エリアのデータを読み出したアドレスのデータをクリアしつつ、タイマカウンタ2を歩進させる。この動作をタイマカウンタ2のカウンタ値が所定値に達するまで毎サンプリング点で繰り返す（ステップD12参照）。

【0080】〔4.1.2〕タイマカウンタ2のカウンタ値が所定値に達すると、CPU22に効果付与終了チャンネル番号を送信して終了する（ステップD14参照）。

【0081】〔4.2〕効果モードがリバーブモードである場合

〔4.2.1〕前述の〔3.2〕の動作に加えて、タイマカウンタ2を歩進させる（ステップE7参照）。この動作をタイマカウンタ2のカウンタ値が所定値に達するまで毎サンプリング点で繰り返す。

【0082】〔4.2.2〕タイマカウンタ2のカウンタ値が所定値に達すると、CPU22に効果付与終了チャンネル番号を送信して終了する（ステップE8参照）。

【0083】〔5〕急速効果付与終了処理1：

① 急速効果付与終了処理1開始信号を受信すると、前述の〔3.1〕または〔3.2〕の動作に加えて急速減衰処理を開始する（ステップC8、C11参照）。

② 急速減衰エンベロープレベルが「0」に達するまで前述の〔3.1〕または〔3.2〕の動作に加えて急速減衰処理を継続する（ステップD17/E11参照）。

③ 急速減衰エンベロープレベルが「0」に達すると、効果モードに応じた処理をする。

【0084】〔5.1〕効果モードがエコーモードであ

る場合

〔5. 1. 1〕データRAMの遅延用エリアのクリアを開始する（ステップD19、D2参照）。

〔5. 1. 2〕データRAMの遅延用エリアを全てクリアするまで毎サンプリング点においてデータRAMの遅延用エリアのクリアを継続する。

〔5. 1. 3〕データRAMの遅延用エリアのクリアを完了すると、CPU22に急速効果付与終了処理1対象チャンネル番号を送信して終了する（ステップD206参照）。

〔0085〕〔5. 2〕効果モードがリバースモードである場合には、CPU22に急速効果付与終了処理1対象チャンネル番号を送信して終了する（ステップE15参照）。

〔0086〕〔6〕急速効果付与終了処理2：

① 急速効果付与終了処理2開始信号を受信すると、前述の〔3. 1〕または〔3. 2〕の動作に加えて、および／または効果付与終了処理に加えて急速減衰処理を開始する（ステップC10、C11、D17／E11参照）。

② タイマカウンタ2のカウンタ値が所定値に達するか急速減衰エンベロープレベルが「0」に達するまで処理中の処理に加えて急速減衰処理を継続する。

③ タイマカウンタ2のカウンタ値が所定値に達すると、CPU22に急速効果付与終了処理2対象チャンネル番号を送信して終了する（ステップD15／E9参照）。

④ 急速減衰エンベロープレベルが「0」になると、効果モードに応じた処理をする。

〔0087〕〔6. 1〕効果モードがエコーモードである場合

〔6. 1. 1〕対をなす楽音発生チャンネルに楽音信号の発生停止信号を送信する（ステップD21参照）。

〔6. 1. 2〕データRAMの遅延用エリアのクリアを開始する（ステップD19、D2参照）。

〔6. 1. 3〕データRAMの遅延用エリアを全てクリアするまで毎サンプリング点においてデータRAMの遅延用エリアのクリアを継続する。

〔6. 1. 4〕データRAMの遅延用エリアのクリアを完了すると、CPU22に急速効果付与終了処理2対象チャンネル番号を送信して終了する（ステップD205参照）。

〔0088〕〔6. 2〕効果モードがリバースモードである場合には、対をなす楽音発生チャンネルに楽音信号の発生停止信号を送信するとともに、CPU22に急速効果付与終了処理2対象チャンネル番号を送信して終了する（ステップE16参照）。

〔0089〕なお、〔4〕、〔5〕、または〔6〕の終了後は従前の効果モードでの処理を継続するが、受信する楽音信号のデータが「0」なのでD/A変換器28に

は「0」を出力する。また、〔5〕、〔6〕の処理後、効果の付与開始信号を受信すると、〔3〕に準じた処理をする。

〔0090〕変数の説明

N : (効果付与) チャンネル番号 (1~8)

MTIN (N) : 第Nチャンネルの入力楽音信号データ

MTOR (N) : 第NチャンネルのR側出力楽音信号データ

MTOL (N) : 第NチャンネルのL側出力楽音信号データ

MTOR : 効果付与装置のR側出力楽音信号データ

MTOL : 効果付与装置のL側出力楽音信号データ

NFXM (N) : 第Nチャンネルの新効果モード番号

OFXM (N) : 第Nチャンネルの旧効果モード番号

VGED (N) : 第Nチャンネルの楽音信号の発生終了フラグ

VEEC (N) : 第Nチャンネルの効果の付与終了処理中フラグ

VEED (N) : 第Nチャンネルの効果の付与終了処理完了フラグ

FXST (N) : 第Nチャンネルの効果の付与開始フラグ

DM1S (N) : 第Nチャンネルの急速効果付与終了処理1開始フラグ

DM1C (N) : 第Nチャンネルの急速効果付与終了処理1処理中フラグ

DM1E (N) : 第Nチャンネルの急速効果付与終了処理1完了フラグ

DM2S (N) : 第Nチャンネルの急速効果付与終了処理2開始フラグ

DM2C (N) : 第Nチャンネルの急速効果付与終了処理2処理中フラグ

DM2E (N) : 第Nチャンネルの急速効果付与終了処理2完了フラグ

DM2V (N) : 第Nチャンネルの急速減衰終了フラグ

DMPC (N) : 第Nチャンネルの急速減衰処理中フラグ

DMCL (N) : 第Nチャンネルの急速効果付与終了処理におけるクリア処理中フラグ

〔0091〕DMPV (N) : 第Nチャンネルの急速減衰エンベロープレベル

TIM1 (N) : 第Nチャンネル用第1タイマ（読出し開始待ち用）のカウンタ値

TIM2 (N) : 第Nチャンネル用第2タイマ（効果付与終了処理用）のカウンタ値

WP (N, m) : 第Nチャンネルの第m書き込みポインタ

RP (N, m) : 第Nチャンネルの第m読出しポインタ

VTAD (WP (N, m)) : WP (N, m) の仮想アドレスを示す

VTAD (RP (N, m)) : RP (N, m) の仮想ア

ドレスを示す

HDAD (WP (N, m)) : WP (N, m) のデータ RAM の信号遅延用のエリアの第 N 効果付与チャンネルのエリア (以降データ RAM の第 N 遅延エリアと略記する) 上でのアドレスを示す

HDAD (RP (N, m)) : RP (N, m) のデータ RAM の第 N 遅延エリア上でのアドレスを示す

HDAD (N, MIN) : データ RAM の第 N 遅延エリアの最小アドレス

HDAD (N, MAX) : データ RAM の第 N 遅延エリアの最大アドレス 10

HDAD (N, CLR) : データ RAM の第 N 遅延エリアのクリア用アドレス

HDAD (N, CNV) : 仮想アドレスとデータ RAM の第 N 遅延エリア上のアドレスとの変換値

HDAD (N, WDE) : データ RAM の第 N 遅延エリアの大きさ

RV (N, m) : RP (N, m) のデータ

K (N, m) : RP (N, m) の係数

RDWT (N) : 第 N チャンネルの読出し開始待ちフラグ 20

DL (N) : RP (N, m) と対応する WP (N, m) の間で実現される遅延長 {VTAD (WP (N, m)) から VTAD (RP (N, m)) を減じた値}

【0092】DSPメインルーチン (図5および図6) 図5および図6は効果付与チャンネルを実現するDSPの動作を示すDSPメインルーチンである。

B1 : 初期設定。データ RAM の遅延用エリア、各種変数、フラグなどを初期状態に設定する。

B2~B11で毎サンプリング点における信号処理を行う。なお各チャンネルには所定のスロット数が割り当てられ、異なる効果モードまたは同じ効果モードでもその内部で分岐した場合における異なる処理をすることによる費消するスロット数の変動をスロット数の空費処理 (ノーオペレーション動作を行うなど) により所定のスロット数となるようにプログラムしている。スロット数を調整するための空費処理は公知でもあるので煩瑣にならないようにその説明およびフローチャートでの明記を省略する。

【0093】B2 : 外部インタフェースの入力バッファよりデータ等を読み出し対応する変数、フラグに設定する。すなわち楽音信号データに対応するMTIN (N) に設定する。また効果付与チャンネルの処理モードを示すFXMDの値を読み出すと対応するNFXM (N) に設定する。また楽音信号の発生終了信号を読み出すと対応するVGED (N) を「1」に、効果の付与開始信号を読み出すと対応するFXST (N) を「1」に、急速効果付与終了処理1開始信号を読み出すと対応するDM1S (N) を「1」に、急速効果付与終了処理2開始信号を読み出すと対応するDM2S (N) を「1」に変更する。

【0094】B3~B10 : 各効果付与チャンネルで効果付与等の処理をする。第1チャンネルにおける処理の詳細は後述する。他のチャンネルにおいても同様である。

【0095】B11 : 楽音信号データなどを出力するための準備をする。すなわちこのサンプリング点において各効果付与チャンネルから出力する楽音信号データの総和を算出する。具体的にはNが1~8のMTOR (N) の総和をMTORとし、MTOL (N) の総和をMTOLとする。MTORおよびMTOLを外部インタフェースの出力バッファに書き込む。またVEED (N) が「1」のチャンネル番号に対応する効果付与終了チャンネル番号 (CPU22への) を外部インタフェースの出力バッファに書き込むとともに、そのVEED (N) を「0」に変更する。またDM1E (N) が「1」のチャンネル番号に対応する急速効果付与終了処理1対象チャンネル番号 (CPU22への) を外部インタフェースの出力バッファに書き込むとともに、そのDM1E (N) を「0」に変更する。またDM2V (N) が「1」のチャンネル番号に対応する楽音信号の発生停止信号 (楽音発生チャンネルへの) を外部インタフェースの出力バッファに書き込むとともに、そのDM2V (N) を「0」に変更する。またDM2E (N) が「1」のチャンネル番号に対応する急速効果付与終了処理2対象チャンネル番号 (CPU22への) を外部インタフェースの出力バッファに書き込むとともに、そのDM2E (N) を「0」に変更する。

【0096】第1効果付与チャンネルの効果付与処理サブルーチン (図7および図8)

図7および図8は第1効果付与チャンネルの効果付与処理サブルーチンを示す。

C1 : 新しく効果付与を開始するの可否か判断する。

C2 : 新しい効果モードがエコーモードか否か判断する。「0」ならエコーモード、「1」ならリバースモードである。

C3 : 読出し開始待ち処理の準備をする (エコーモードになる場合にのみ)。

C4 : 新しいモードへの変更処理をする。

C5 : 楽音発生は終わったか否か判断する。

C6 : 効果付与終了処理の準備をする。

40 C7 : 急速効果付与終了処理1を行うか否か判断する。

C8 : 急速効果付与終了処理1の準備をする。

C9 : 急速効果付与終了処理2を行うか否か判断する。

C10 : 急速効果付与終了処理2の準備をする。

C11 : 急速効果付与終了処理1/2に共通の準備をする。

C12 : 効果モードはエコーモードかリバースモードか判断する。

C13 : リバースモードの処理をする。

C14 : エコーモードの処理をする。

50 【0097】図9にはデータ RAM の第1遅延エリアの

仮想的な使用状態を示す。図中のWP (1, 0) などの表記はWP (1, 0) の仮想アドレスを示すVTAD (WP (1, 0)) などを略記したものである。

【0098】以降の説明において用いる「WP (N, m) への書き込み」は具体的にはVTAD (WP (N, m)) に対応するデータRAMの第N遅延エリアのHDAD (WP (N, m)) に書き込むことである。なおVTAD (WP (N, m)) とHDAD (WP (N, m)) とは次のように対応する。ここでHDAD (N, WDE) はHDAD (N, MAX) からHDAD (N, MIN) を減じた値に1を加算した値である。すなわち

$$\{HDAD(N, WDE) = \{HDAD(N, MAX) - HDAD(N, MIN) + 1\}$$

である。またHDAD (N, CNV) は初期設定時にHDAD (N, MIN) に設定されサンプリング点毎に「1」ずつインクリメント (次のワードのアドレスに進む) され、その値がHDAD (N, MAX) を超えるとHDAD (N, MIN) に再設定される。

【0099】① VTAD (WP (N, m)) にHDAD (N, CNV) を加算しHDAD (WP (N, m)) とする。すなわち

$$\{HDAD(WP(N, m)) = VTAD(WP(N, m)) + HDAD(N, CNV)\}$$

とする。

② HDAD (WP (N, m)) がHDAD (N, MAX) を超えているか否かを判断する。超えていない場合にはこのようにして得たHDAD (WP (N, m)) がVTAD (WP (N, m)) に対応している。

③ 超えている場合には超えている部分をHDAD (N, MIN) 以降に進める。具体的には①で得られたHDAD (WP (N, m)) からHDAD (N, WDE) を減じた値をHDAD (WP (N, m)) とする。すなわち、

$$\{HDAD(WP(N, m)) = HDAD(WP(N, m)) - HDAD(N, WDE)\}$$

とする。「RP (N, m) からの読出し」は具体的にはVTAD (RP (N, m)) に対応するデータRAMの第N遅延エリアのHDAD (RP (N, m)) から読み出すことである。なおVTAD (RP (N, m)) とHDAD (RP (N, m)) との対応関係はVTAD (WP (N, m)) とHDAD (WP (N, m)) との対応関係と同様である。

【0100】図10の(a)にエコーモード、(b)にリバースモードの概略の等価回路を示す。エコーモードの遅延回路は、データRAMの第1遅延エリアのWP (1, 0) に対応するアドレス (HDAD (WP (1, 0))) に書き込まれたデータがDL (1, 0) 回サンプリング点における処理が繰り返されて、(DL (1, 0) / 44100 (Sec) 経過) 後、RP (1, 0) が前記アドレスに到達して読み出されることにより実現される。

【0101】エコーモードサブルーチン (図11および図12)

図11および図12はエコーモードサブルーチンを示す。

D1: 急速効果付与終了処理におけるクリア中かを判断する。

D2: 急速効果付与終了処理のクリア処理をする。

D3: MTIN (1) のデータを遅延回路 (WP (1, 0)) に書き込む。

D4: 第1効果付与チャンネルの読出し開始フラグは「1」かを判断する。

10 D5: 効果を付与する。

D6~D9により前述のステップC3で指示された読出し開始待ち処理を行う。

D6: 所定時間遅延したか否かを判断する。

D7: タイマをインクリメントする。

D8: 所定時間経過している場合には、次のサンプリング点において効果の付与開始信号受信時以降に受信した楽音信号データをRP (1, 0) から読み出すのでRDWT (1) を「0」にする。

20 【0102】D9: 入力楽音信号データを出力データに設定する (遅延回路からの出力は読み出されないし加算されない。効果は付与されない)。

D10: 楽音の発生が終了したか否かを判断する。

D11~D15により前述のステップC6により指示された効果付与終了処理を行う。つまり遅延回路に残留する楽音信号を出力しつつ遅延回路をクリアする。

D11: 所定時間経過しているか (遅延回路のクリアが終了しているか) を判断する。

30 【0103】なお楽音信号の発生を終了した後はMTIN (1) が「0」になるので、WP (1, 0) に「0」が、また後述のクリア処理1によりRP (1, 0) のアドレスにも「0」が書き込まれる。したがって楽音信号の発生終了信号受信時にデータRAMの第1遅延エリアに書き込まれた楽音信号データ (「0」) をRP (1, 0) から読み出すまでにサンプリング点が進むと、楽音信号の発生終了信号受信直前にWP (1, 0) に書き込まれたデータはクリア処理1によりクリアされる。また図6に示すようにWP (1, 0) からRP (1, 0) の間は使用するエリアの過半数を占めている。したがって楽音信号の発生終了信号受信直前にRP (1, 0) で読み出したデータはサンプリング点が進んだときにはWP (1, 0) により「0」が書き込まれクリアされている。

D12: クリア処理1をする。すなわち (VTAD (RP (1, 0))) に対応するアドレスに「0」を書き込む。

40 【0104】D17~D19、D2により前述のC8、C11で指示された急速効果付与終了処理1をする。

D17~D21、D2により前述のC10、C11で指示された急速効果付与終了処理2をする。

50 D17: 急速減衰処理をする。

D19: 急速効果付与終了処理1/2のクリア処理の準備をする。

【0105】急速効果付与終了処理のクリア処理サブルーチン(図13)

図13に急速効果付与終了処理のクリア処理サブルーチンを示す。

D201: クリア処理2をする。すなわちデータRAMの第1遅延エリアを順次クリアする。DRAMを使用しているので、高速書き込みモード例えばページ・モード・ライトを用いて「0」を書き込む。1回の書き込みで3

(ワードの)アドレスに書き込み、アドレスを進めながら10回書き込むので、1回の処理で30アドレスをクリアする。なおHDAD(N, MIN)およびHDAD(N, MAX)はHDAD(N, WDE)が30の整数倍となるように、また高速書き込みモード処理が行いやすいように設定されている。D202: クリアする範囲が終了したか否かを判断する。

【0106】なお、プログラムの都合によるなどしてステップD9に換えてステップD5に準じた処理をしても良い。ただし、この場合には実質的にステップD9の処理を行ったのと同じになるように、読出し開始待ち期間中、例えばRP(1, 0)からのデータの読出しを行わない、RV(1, 0)をクリアする、K(1, 0)の値を「0」にするなどして読み出したデータを実質的には使用しない。

【0107】また、クリア処理1に換えて、ステップD5においてRP(1, 0)で読み出した後、そのアドレスに「0」を書き込むようにしても良い。

【0108】また、効果の付与終了とみなすには、その時点以降RP(1, 0)から読み出したデータにK

(1, 0)を乗算した値が、端数処理により「0」となれば良いので次のようにしてより早く終了を検出しても良い。すなわち、ステップD10が「No」の場合に次の処理を行ってからステップD16に進むようにする。MTIN(1)にK(1, 0)を乗算すると端数処理により「0」となるか否かを判断し、「0」となる場合にはTIM2(1)を「1」だけインクリメントし、

「0」とならない場合にはTIM2(1)をクリアする。なおこの場合、早くなった部分(楽音発生の終了信号受信時のTIM2(1))に関してはメモリに「0」以外のデータが残っていることもあるので、急速効果付与終了処理のクリア処理に準じた処理によりクリアする。

【0109】さらに出力レベルが音色、音高、効果付与態様などに応じてあらかじめ定めた所定値以下の期間が所定期間経過すると、遅延回路の読出しを終了したと判断しても良い。前記MTIN(1)がその値にK(1, 0)を乗算すると「0」になるか否かの判断に換えて、出力レベルが所定値以下であるか否かを判断する。また楽音発生チャンネルにおいても、そのエンベロープレベル

が所定値以下になると楽音の発生を終了したとみなして、楽音の発生終了信号を送出するようにしても良い。なお遅延回路の読出しを終了後、さらに急速減衰処理を行っても良い。この場合の急速減衰に際しては、急速効果付与終了処理における急速減衰処理に準じると良いが、減衰形状、減衰レートを所定値に応じて変更してより早く終了するようにしても良い。

【0110】また、遅延長が短く前記クリア処理1およびステップD3におけるクリアのみではクリアしきれない場合には、クリア処理1においてWP(1, 0)の前後DL(1, 0)の区間を除いた区間を分割後の長さがDL(1, 0)以下の長さとなるように分割しそれぞれの区間毎にクリアしていくようにしたり、クリアしきれなかった部分を急速効果付与処理のクリア処理に準じてクリアする。

【0111】また、請求項3記載の発明の例として、クリア処理2に要する時間をさらに短縮するに、ステップD17で急速減衰中にRP(1, 0)が読み出す区間を除いた区間をクリアしても良い。例えばステップC11でHDAD(RP(1, 0))~HDAD(RP(1, 0))+100)の区間を記憶し、ステップD17ではその区間を避けてステップD2に準じた処理により順次にクリアし、急速減衰を終了するとステップD2で引き続き残りのエリアをクリアする。なおステップD17においてRP(1, 0)に「0」を書き込み、除外した区間を順次にクリアしても良い。(急速減衰処理に要するサンプリング点数は1/0.01=100)

【0112】またリバースモードでの効果の付与開始時におけるHDAD(WP(1, 1))~HDAD(RP(1, 44))がクリアされていれば異音を生じないので、その区間のみクリアするようにしても良い。例えばステップC11で現在のアドレスおよび予測した新たな効果の付与開始信号を受信するまでの時間より処理対象区間を算出し、ステップD2でその区間をクリアする。この区間を急速減衰終了時のHDAD(WP(1, 1))~リバースモードでの効果の付与開始時におけるHDAD(RP(1, 44))に限定しても良い。

【0113】またステップD5においてRP(1, 0)で読み出し後そのアドレスに「0」を書き込むようにする場合に、クリア処理開始時のHDAD(WP(1, 0))~HDAD(RP(1, 0))についてクリアすれば良い。

【0114】また急速効果付与終了処理2においては、ステップD3およびクリア処理1によりクリアされている部分については、クリア処理2の対象区間から除外しても良い。つまりステップD18において「No」と判断したサンプリング点におけるWP(1, 0)およびRP(1, 0)およびそれらのアドレスよりTIM2

(1)遡ったアドレスの区間を除外する。さらにこれらのクリア処理対象範囲の限定を組合せても良い。また、

クリア処理2においては使用するRAMに応じて最適な方法でクリアすると良い。

【0115】また、ステップD18において急速減衰の終了の判断を急速減衰エンベロープレベルが「0」になったか否かで行っているが、所定レベル以下になったか否かで判断するようにしても良い。この場合、楽音情報（音色、音高、ベロシティなど）に応じて所定レベルを変更するようにしても良い。また急速減衰エンベロープレベルで判断するのに換えて、そのレベルに達するまでの時間で判断するようにしても良い。

【0116】また、急速減衰エンベロープの減衰形状を楽音情報などに応じて公知の他の形状（例えば特開昭64-63997にて提案されている各種形状）としても良い。また減衰レートをステップD5またはステップD9において算出した出力レベルに基くエンベロープレベルに応じて変更してより早く終了するようにしても良い。

【0117】クリア処理1/2は次の効果モードがリバーブモードとしてすべてのエリアをクリアしているが、他の効果モードを備える場合には、その効果モードに応じたクリア処理の要否、クリア対象区間とするようにしても良い。他に複数の効果モードが有る場合には、クリア処理の要否などをNFXM(1)に基づいてステップD12、D19に先立って判断するようにすると良い。

【0118】リバーブモードサブルーチン（図14および図15）

図14および図15にリバーブモードサブルーチンを示す。

E1：リバーブ効果を実現するアルゴリズムは公知なので省略する。

E2：第1効果付与チャンネルの効果の付与終了処理中か判断する。

E3～E9により前述のステップC6により指示された効果付与終了処理を行う。

E3：ステップE1の処理において各書き込み点で書き込んだデータが全て「0」であるか否かを判断する。ここでWP(1, 1)に書き込んだデータをWV(1, 1)とし、他の書き込み点でのデータも同様にWV(1, 2)、WV(1, 3)、WV(1, 4)とすると、
 $\{ [WV(1, 1) = 0] \text{ and } [WV(1, 2) = 0] \text{ and } [WV(1, 3) = 0] \text{ and } [WV(1, 4) = 0] \} = 0$ を判断する。

E4：第1効果付与チャンネルの第2タイマを「0」にする。

【0119】E5：各書き込み点で書き込んだデータが全て「0」である状態が所定時間継続しているか否か判断する。図6に示すように遅延長が最も長いのはWP

(1, 2)とRP(1, 24)の間であり、その間で実現される遅延長DL(1, 24)に相当するサンプリング点数の時間において全ての書き込み点で書き込んだデー

タが「0」である場合には、その時点以降いずれの読出し点においても「0」しか読み出されない。なお効果の付与終了とみなすにはその時点以降RP(1, 23)、RP(1, 33)、RP(1, 43)から読み出すデータが「0」となれば良いので次のようにしてより早く終了を検出しても良い。

【0120】① 新たに使用するTIM23(1)、TIM33(1)、TIM43(1)、TIM231(1)、TIM331(1)およびTIM431(1)をステップC6においてクリアする。ステップE2が「No」の場合に次の処理を行ってからステップE10に進むようにする。

② WV(1, 2)にK(1, 24)を乗算した値が（端数処理により）「0」となるか否かを判断し、「0」とならない場合にはTIM23(1)およびTIM231(1)をクリアした後に⑤に進む。

③ 「0」となる場合にはTIM231(1)を「1」だけインクリメントした後、TIM231(1)が{RP(1, 23)～RP(1, 24)}に相当する遅延長以上であるか否かを判断する。未満である場合には⑤に進む。

④ 以上である場合には、WV(1, 2)が「0」となるか否かを判断し、「0」となる場合にはTIM23(1)を「1」だけインクリメントし、「0」とならない場合にはTIM23(1)をクリアして⑤に進む。

⑤ WV(1, 3)に基づいてTIM33(1)およびTIM331(1)を同様に処理し⑥に進む。

⑥ WV(1, 4)に基づいてTIM43(1)およびTIM431(1)を同様に処理しステップE10に進む。

【0121】E3の処理を②～⑥の処理と同様の処理に変更し、処理を終了するとステップE5に進む。E5においてTIM23(1)がDL(1, 23)未満またはTIM33(1)がDL(1, 33)またはTIM43(1)がDL(1, 43)未満であるか否かを判断する。いずれかが未満である場合にはステップE10に、全てが未満でない場合にはステップE7に進む。

【0122】なおWV(1, 2)～WV(1, 4)が所定値以下の期間が所定期間経過すると効果付与を終了したと判断しても良い。また、DL(1, 2)に換えて最大振幅値データを入力後そのデータに基づく出力が無くなるまでのサンプリング点に相当する期間とするとともにステップE3、E4の処理を省略しても良い。

【0123】なお、図9に示すようにWP(1, 4)～「0」まではWP(1, 2)～RP(1, 24)より短いので、効果の付与終了時点でクリアも完了している。またエコーモードで開始待ち処理を行うので、より早く終了を検出する処理においてもクリア処理1に相当する処理は不要となる。E11～E16により前述のC8/C10/C11で指示された急速効果付与終了処理1/

2をする。

【0124】エコーモードとの相違点

このリバースモードは前述のエコーモードと以下の点で相違する。

・クリア処理2は行わない。すなわち、エコーモードにおいては読出し開始待ち処理においてWP(1, 0)～RP(1, 0)のデータは無視され、またその他の区間についてはステップD3において新たなデータが書き込まれるので、クリアしなくて良い。

・読出し開始待ち処理(エコーモードでのステップD4、D6～D9に相当)を行わない。なお一部について読出し開始待ち処理を行う場合は、読出し開始待ち中に読み出されない区間についてはエコーモードのクリア処理対象範囲から除くことができる。例えば例えばRP(1, 11)～RP(1, 34)でそれぞれ読出し開始待ち処理を行う場合には、エコーモードではリバースモードでの効果の付与開始時におけるHDAD(RP(1, 0))～HDAD(RP(1, 44))の区間についてのみクリアすれば良い。

【0125】リバースモード読出し開始待ち処理(図16～図18)

図16～図18はリバースモードにおいても読出し開始待ち処理をする例としてのリバースモードサブルーチンである。このリバースモードサブルーチンを行う場合には、第1チャネル効果付与サブルーチンにおいてはステップC2を削除し、ステップC1で「Yes」の場合にはステップC3に進む。エコーモードではクリア処理1/2が不要になる。

【0126】リバースモードサブルーチン(図16および図17)

F1: 書き込みポインタWP(1, 1)にMTIN(1)を書き込む。

F2: RDWT(1)=1か、すなわち読出し開始待ち処理をするか否かを判断する。「Yes」であればステップF3へ進んで読出し開始待ち処理となる。

F3: 読出し開始待ち処理の最初のサンプリング点であるか否かを判断する。「Yes」であればステップF4へ、「No」であればステップF5へ。

F4: 各変数をクリアするなどの読出し開始待ち処理を行うための初期設定をする。

F5: 無効データ中の最も長く待たねばならない遅延時間DL(1, 24)が経過したか否かを判断する。「Yes」ならばステップF6へ、「No」ならばステップF7へ。

F6: RDWT(1)を0にする。すなわち読出し開始待ち処理を終了にする。

【0127】F7: タイマをインクリメントする。

F8: 読出しポインタRP(1, 24)、RP(1, 34)から読み出したデータに対応するRV(1, 24)、RV(1, 34)に設定する。

F9: 無効データ中の次に長く待たねばならない遅延時間DL(1, 23)が経過したか否かを判断する。「Yes」ならばステップF10へ、「No」ならばステップF11へ。

F10: 読出しポインタRP(1, 22)、RP(1, 23)、RP(1, 33)、RP(1, 43)、RP(1, 44)から読み出したデータに対応するRV(1, 22)、RV(1, 23)、RV(1, 33)、RV(1, 43)、RV(1, 44)に設定する。

10 F11: 無効データ中の次に長く待たねばならない遅延時間DL(1, 32)が経過したか否かを判断する。「Yes」ならばステップF12へ、「No」ならばステップF13へ。

【0128】F12: 読出しポインタRP(1, 21)、RP(1, 31)、RP(1, 32)、RP(1, 41)、RP(1, 42)から読み出したデータに対応するRV(1, 21)、RV(1, 31)、RV(1, 32)、RV(1, 41)、RV(1, 42)に設定する。

20 F13: 無効データ中の次に長く待たねばならない遅延時間DL(1, 15)が経過したか否かを判断する。「Yes」ならばステップF14へ、「No」ならばステップF15へ。

F14: 読出しポインタRP(1, 15)から読み出したデータに対応するRV(1, 15)に設定する。

F15: 無効データ中の次に長く待たねばならない遅延時間DL(1, 14)が経過したか否かを判断する。「Yes」ならばステップF16へ、「No」ならばステップF17へ。

30 F16: 読出しポインタRP(1, 14)から読み出したデータをRV(1, 14)に設定する。

F17: 無効データ中の次に長く待たねばならない遅延時間DL(1, 13)が経過したか否かを判断する。「Yes」ならばステップF18へ、「No」ならばステップF19へ。

【0129】F18: 読出しポインタRP(1, 13)から読み出したデータをRV(1, 13)に設定する。

40 F19: 無効データ中の次に長く待たねばならない遅延時間DL(1, 12)が経過したか否かを判断する。「Yes」ならばステップF20へ、「No」ならばステップF21へ。

F20: 読出しポインタRP(1, 12)から読み出したデータをRV(1, 12)に設定する。

F21: 無効データ中の最も短い遅延時間DL(1, 11)が経過したか否かを判断する。「Yes」ならばステップF22へ、「No」ならばステップF23へ。

F22: 読出しポインタRP(1, 11)から読み出したデータをRV(1, 11)に設定する。

50 F23: データ出力処理や、読出しポインタRPにデータを書き込むなどの処理をする。

【0130】このリバースモードサブルーチンでは、各読出し点で読出し対象のデータが残留している不要データである期間は読出しを行わず、有効なデータが到来するまでには読出しを開始している。

【0131】ここで各遅延長は、図9に示すように、 $DL(1, 11) < DL(1, 12) < DL(1, 13) < DL(1, 14) < DL(1, 15) < DL(1, 32) < DL(1, 23) < DL(1, 24)$ であり、 $DL(1, 41) < DL(1, 31) < DL(1, 21) < DL(1, 42) < DL(1, 32) < \{DL(1, 41) + DL(1, 15)\} < \{DL(1, 31) + DL(1, 15)\} < \{DL(1, 21) + DL(1, 15)\} < \{DL(1, 42) + DL(1, 15)\} < \{DL(1, 32) + DL(1, 15)\}$ 、 $DL(1, 43) < DL(1, 33) < DL(1, 22) < DL(1, 44) < DL(1, 23) < \{DL(1, 43) + DL(1, 15)\} < \{DL(1, 33) + DL(1, 15)\} < \{DL(1, 22) + DL(1, 15)\} < \{DL(1, 44) + DL(1, 15)\} < \{DL(1, 23) + DL(1, 15)\}$ 、また $DL(1, 34) < DL(1, 24) < \{DL(1, 34) + DL(1, 15)\} < \{DL(1, 24) + DL(1, 15)\}$ の関係がある。

【0132】例えば $RP(1, 15)$ においては不要データが無くなるとすぐに有効なデータが到来する。 $WP(1, 2)$ においては $RP(1, 15)$ でデータを読み出すまでは $RV(1, 15)$ は「0」、また $RV(1, 21)$ および $RV(1, 24)$ もそれぞれ「0」であるので「0」を書き込む。したがって $RP(1, 21)$ においては $DL(1, 21)$ までは不要データであるが、それ以降は $WP(1, 2)$ で書き込んだデータなので、 $\{DL(1, 21) + DL(1, 15)\}$ までは「0」を読み出すことになるので、 $DL(1, 21) < DL(1, 32) < \{DL(1, 21) + DL(1, 15)\}$ の関係にある $DL(1, 32)$ まで読出しを停止している。なおステップF5、F9、およびF11においては複数の読出し点の判断処理を集約して行ったが、各読出し点毎に行っても良い。

【0133】読出し待ち処理中は対応する読出し処理を行わないので、スロット数の増大を最少にすることができる。なお書き込みおよび読出し処理においてはRAMの書き込み、読出し速度に合わせるため複数のスロットを消費するようにしている。また処理開始時のステップC3、C4による増加はステップF3、F4と合わせてスロット数調整をする。したがってステップF8、F10、F12、F14、F16、F18、F20、およびF22を経由した場合とステップC3、C4、およびF3、F4を経由した場合との消費するスロット数が同じになるように、ステップF4で空費処理をしている。同様にステップF21で「Yes」の場合にはステップF

22で消費するスロット数とおなじスロット数を消費する空費処理をしてから、ステップF23に進むようにしている。他においても同様にスロット数を調整している。

【0134】急速効果付与終了処理2において従前から実行中の効果付与終了処理が急速減衰終了前に終了した場合には、急速効果付与終了処理2を終了するようにしてより早く終了するようにしたが、両処理をともに行うことにより消費するスロット数が増加することになる。このスロット数を削減したい場合には、ステップC11においてVEEC(1)を「0」に変更して、急速効果付与終了処理2を開始した場合に効果付与終了処理を中止するようにしても良い。

【0135】以上のようにクリア処理を新たな効果モードに応じて変更している。効果モードとしてより多くのモードを使用する場合においても、相互関係を考慮してクリア処理を設定すると良い。例えば、リバースモードの次のモードで読出し開始待ち処理が不十分な場合には、クリアの必要な区間についてはクリア処理2によりその区間をクリアする。

【0136】また、読出し開始待ち処理を従前の効果モードおよびまたは終了状態に応じて実行しないようにしても良い。例えばリバースモードで効果の付与終了をしている場合には、クリアが完了しているのでエコーモードの読出し開始待ち処理は行わない。

【0137】また、効果の付与開始信号の受信と同時に楽音発生チャネルから楽音信号を受信するものとしたが、楽音発生チャネルでの新たな楽音信号の発生が遅れるなどして楽音発生チャネルから不要な楽音信号データが送信される場合には、楽音発生チャネルにおいて正常な楽音の発生の開始した際に楽音発生開始信号を送信するようにし、効果付与チャネルではその信号を受信するまでは楽音信号データの受信をしないようにすると良い。

【0138】以上では単一の効果を付与する場合について説明したが、複数の効果を継続およびまたは並列に付与する場合にも適宜変更して適用すると良い。

【0139】また、新たな効果モードが従前と同じ場合には格別の処理を施さないようにしたが、必要なら急速効果付与終了処理などをするようにしても良い。

【0140】また、ノートナンバー（音高）、ノートステータス（押鍵／離鍵状態）などに応じて各効果付与制御パラメータを変更する場合には、効果付与制御パラメータに合わせて（より詳しくは遅延用エリアの使用状態に応じて）クリアすると良い。

【0141】また、データRAMの第N遅延エリア毎に一括してリングメモリとしたが、各遅延回路毎にリングメモリとしても良い。例えば $WP(1, 11) \sim RP(1, 15)$ 、 $WP(1, 2) \sim RP(1, 24) \dots$ の各遅延回路毎にリングとするようにしても

良い。この場合、前記の各種クリア処理などはそれぞれ適宜変更して適用すると良い。

【0142】また、請求項4記載の発明の例として以下のように変形することができる。すなわち、上述ではステップB3～B10の各効果付与チャンネルの処理に要するスロット数として各チャンネルに同じスロット数を割り当てたが、クリア時間をより短縮するなどのために可変的に割り当てても良い。例えば第8効果付与チャンネルがエコーモードなら、第8効果付与チャンネルのプログラムとしてリバースモードとのスロット数調整処理を削除したエコーモードを実行するのみのプログラムのサブルーチンを実行する。他の効果付与チャンネルについても他のモードとのスロット数調整処理を削除したサブルーチンを実行する。空きスロット数に応じた（8つの効果付与チャンネル全てがエコーモードの場合、．．．、1つの効果付与チャンネルのみエコーモードの場合など）エコーモードのステップD201での処理内容（1サンプリング点でクリアする区間）のサブルーチンを用意する。CPU22では各楽音発生チャンネル管理マップにスロット数のエリアを用意し、対応する効果付与チャンネルで使用

中のスロット数を記憶するとともに、記憶したスロット数から空費処理の必要なスロット数を算出し、DSPに指示する。DSPはステップB10を終了すると、指示されたスロット数を空費する処理（スロット数調整処理）をする。CPU22はDSPに急速減衰を指示する際に（より詳しくはクリア処理2の必要なエコーモードからリバースモードに変更する場合に）、空きスロット数に応じたクリア処理2の処理内容のサブルーチンの使用を併せて指示するとともに、楽音発生チャンネル管理マップにおける対応する楽音発生チャンネル番号のスロット数を更新する。また、更新されたスロット数に基づいて空きスロット数を算出し、DSPでクリア処理2を開始すると、算出した空きスロット数に対応した空きスロット数調整処理を開始するように指示する。このようにするとクリア処理に要する時間を短縮できる。例えば他のチャンネル全てがエコーモードの場合、リバースモードに比してエコーモードで費消するスロット数が少ないので、それぞれのチャンネルで費消するスロット数は少なくないで良いので、クリア処理2などで他の7チャンネルの空きスロットも利用してクリアできる。

【0143】また、請求項5記載の発明の例として、データRAMの信号遅延用エリアに、より多くのチャンネルに対応する（例えば10チャンネル）エリアを用意し、効果付与チャンネルで使用するエリアを適宜変更するようにしても良い。例えば、CPU22では各エリア毎に使用中の効果付与チャンネル番号、クリアの進行状況などをDSPと通信するなどして検知し記憶する。第1チャンネルをリバースモードからエコーモードに切り換える場合またはエコーモードからリバースモードに切り換える場合で急速減衰処理が不要な場合には、従前に使用していた

エリアを使用する。エコーモードからリバースモードに切り換える場合で急速減衰処理が必要な場合には、急速減衰を終了後CPU22で効果付与開始信号を送信する際に空きエリアを探してDSPに通信する。空きエリアがない場合には、使用されてなくて最もクリア処理の進んでいるエリア（従前に使用していたエリアを含めて）を探して、そのエリアをクリアして使用する。最もクリアの進んでいるエリアとしては、最も早く効果付与チャンネルで使用されなくなりクリア処理対象となったエリア、あるいは従前のモードによってはクリアすべき部分（エリアの）が異なるのでクリア処理の必要な部分が最も少ないエリアを選択すると良い。さらに空いているか否かの判断などにおいては、新たなモードで使用する部分がどのようであるかを判断するようにすると良い。なお、DSPは空きスロットを利用し、使用していないエリアをクリアする。

【0144】楽音発生チャンネルと効果付与チャンネルを各1チャンネル対にした場合について説明したが、1楽音を複数の楽音発生チャンネルにより形成するような場合に複数の楽音発生チャンネルと1つの効果付与チャンネルを対にすることがある。この場合には、ステップC5において接続されている全ての楽音発生チャンネルで楽音信号の発生終了になるとステップC6に進むようにすると良い。

【0145】また1つの楽音に複数の効果を付与する場合に複数の効果付与チャンネルを使用すべく1つの楽音発生チャンネルと複数の効果付与チャンネルまたは複数の楽音発生チャンネルと複数の効果付与チャンネルを対にした場合にも適用できる。この場合には、ステップB11において楽音発生チャンネルへの楽音信号の発生停止信号は共に接続されている効果付与チャンネルの全てにおいて急速減衰に関する処理を完了すると送出するようにする。急速効果付与終了処理1/2対象チャンネル番号についても同様にする。

【0146】楽音発生チャンネルと効果付与チャンネルの接続を固定化した場合について説明したが、楽音発生チャンネルより少ない数の効果付与チャンネルを用意する場合などにおいて楽音発生チャンネルと効果付与チャンネルとの接続を動的に変更する（各別に割当て処理をする）ようにする場合にも適用できる。

【0147】新たな楽音情報を割り当てる楽音発生チャンネル・効果付与チャンネルを最も古く楽音信号の発生を開始した楽音発生チャンネルを含む組としたが、他のヒストリーアサインや、レベルアサインなどの楽音発生チャンネル選定方法により選定しても良い。また効果付与チャンネルの効果付与態様などを含めて選定するようにしても良い。例えば効果の付与を終了している効果付与チャンネルの組を選定する。最も早く効果の付与を終了する効果付与チャンネルの組を選定する。具体的には楽音発生チャンネルにおいて楽音発生を終了後の経過時間から効果付与チャンネルにおける遅延終了時間（例えば平均的なレベルの

信号を入力後、その信号に基づく出力が完了するまでの時間)を減じた値の最も大きな組の効果付与チャンネルのエンベロープレベルに基づいてレベルアサインする(特願平3-190703、特願平3-261015の方法)。

【0148】

【発明の効果】以上に説明したように、本発明によれば、付与する効果を変更する際に、できるだけ早く新たな効果の付与を開始できるようになり、よって応答の遅延による演奏表現上の違和感を軽減できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明が適用される電子楽器の全体構成を示す図である。

【図2】楽音発生チャンネル管理マップを説明する図である。

【図3】実施例装置のメインルーチン(1/2)を示すフローチャートである。

【図4】実施例装置のメインルーチン(2/2)を示すフローチャートである。

【図5】実施例装置における効果付与装置のDSPメインルーチン(1/2)を示すフローチャートである。

【図6】実施例装置における効果付与装置のDSPメインルーチン(2/2)を示すフローチャートである。

【図7】DSPメインルーチンにおける第1効果付与チャンネルでの効果付与処理を示す効果付与処理サブルーチン(1/2)を示すフローチャートである。

【図8】DSPメインルーチンにおける第1効果付与チャンネルでの効果付与処理を示す効果付与処理サブルーチン(2/2)を示すフローチャートである。

【図9】実施例におけるRAMを信号遅延メモリとして用いる際の使用態様を説明する図である。

【図10】エコーモードとリバースモードの等価回路を

示す図である。

【図11】実施例の効果付与処理サブルーチンにおけるエコーモードでの処理ルーチン(1/2)を示すフローチャートである。

【図12】実施例の効果付与処理サブルーチンにおけるエコーモードでの処理ルーチン(2/2)を示すフローチャートである。

【図13】実施例の効果付与処理サブルーチンにおける急速効果付与処理終了のクリア処理の手順を示すフローチャートである。

【図14】実施例の効果付与処理サブルーチンにおけるリバースモードでの処理ルーチン(1/2)を示すフローチャートである。

【図15】実施例の効果付与処理サブルーチンにおけるリバースモードでの処理ルーチン(1/2)を示すフローチャートである。

【図16】他の実施例としてのリバースモードでのルーチン(1/2)を示すフローチャートである。

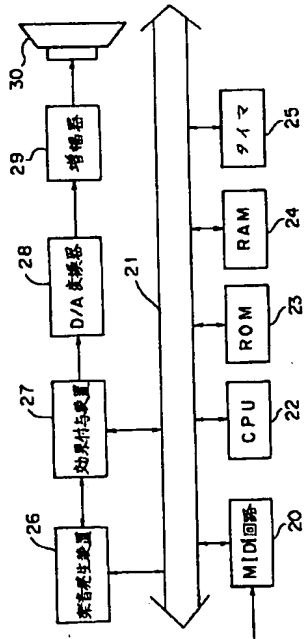
【図17】他の実施例としてのリバースモードでのルーチン(2/2)を示すフローチャートである。

【符号の説明】

- 20 MIDI回路
- 21 バス
- 22 CPU
- 23 ROM
- 24 RAM
- 25 タイマ
- 26 楽音発生装置
- 27 効果付与装置
- 28 D/A変換器
- 29 増幅器
- 30 スピーカ

【図1】

電子楽器の全体構成



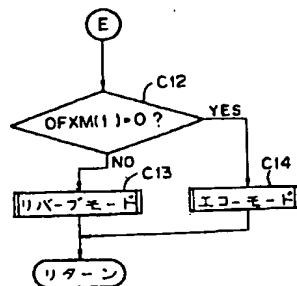
【図2】

楽音発生チャネル管理マップ

チャネル 番号	パート 番号	ノート 番号	ノート 75-92 フラグ	演奏中 フラグ	効果付与中 フラグ	効果 モード	楽音発生バタ-9群
1							
2							

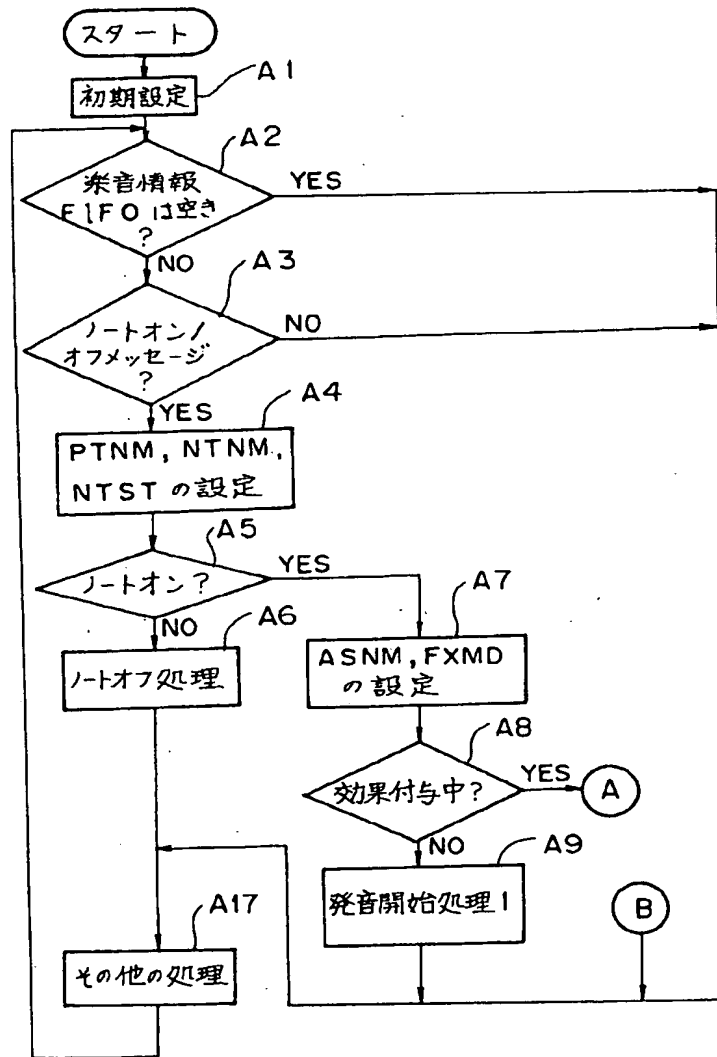
【図8】

第1チャネル効果付与処理サブ-ルーチン(2/2)



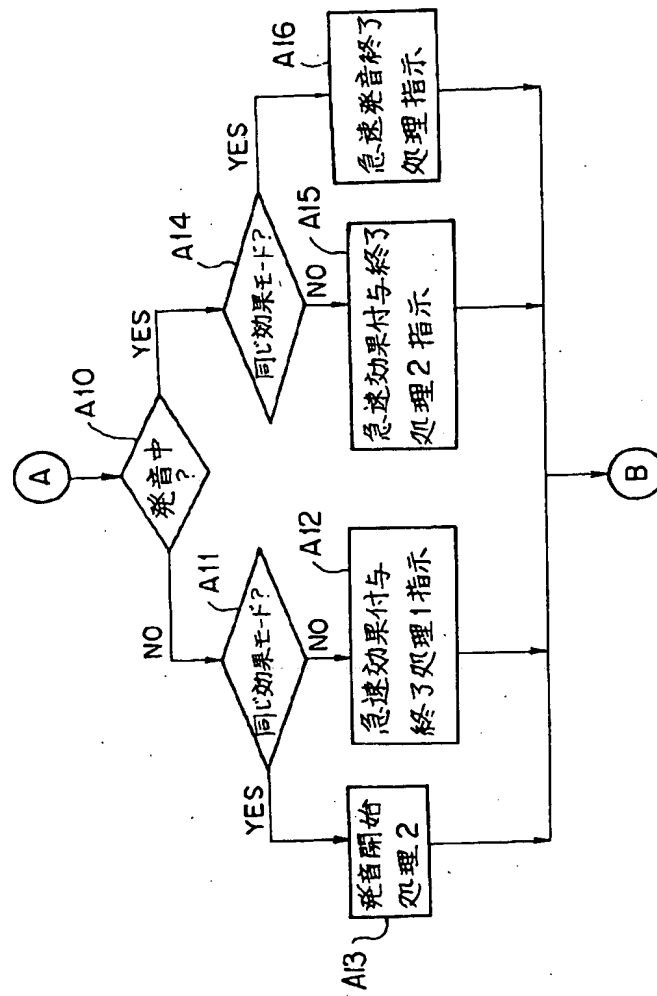
【図3】

メインルーチン(1/2)



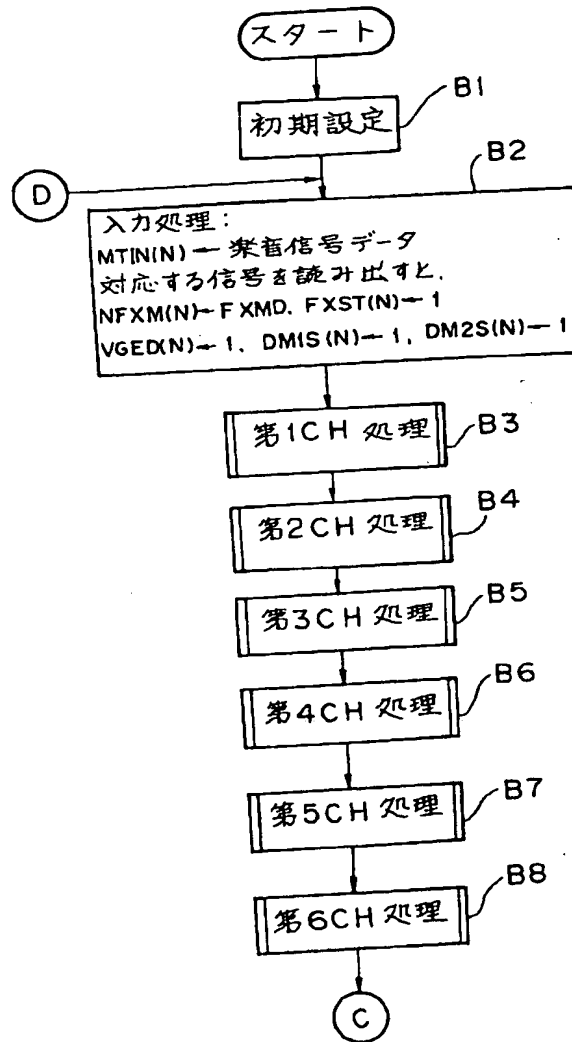
【図4】

メインルーチン (2/2)



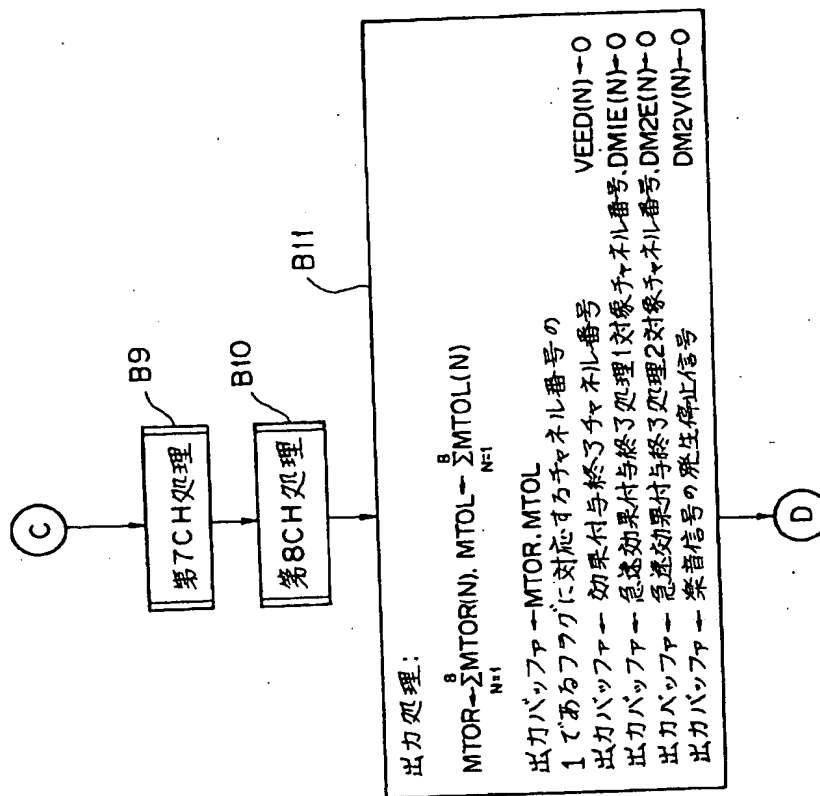
【図5】

DSPメインルーチン(1/2)



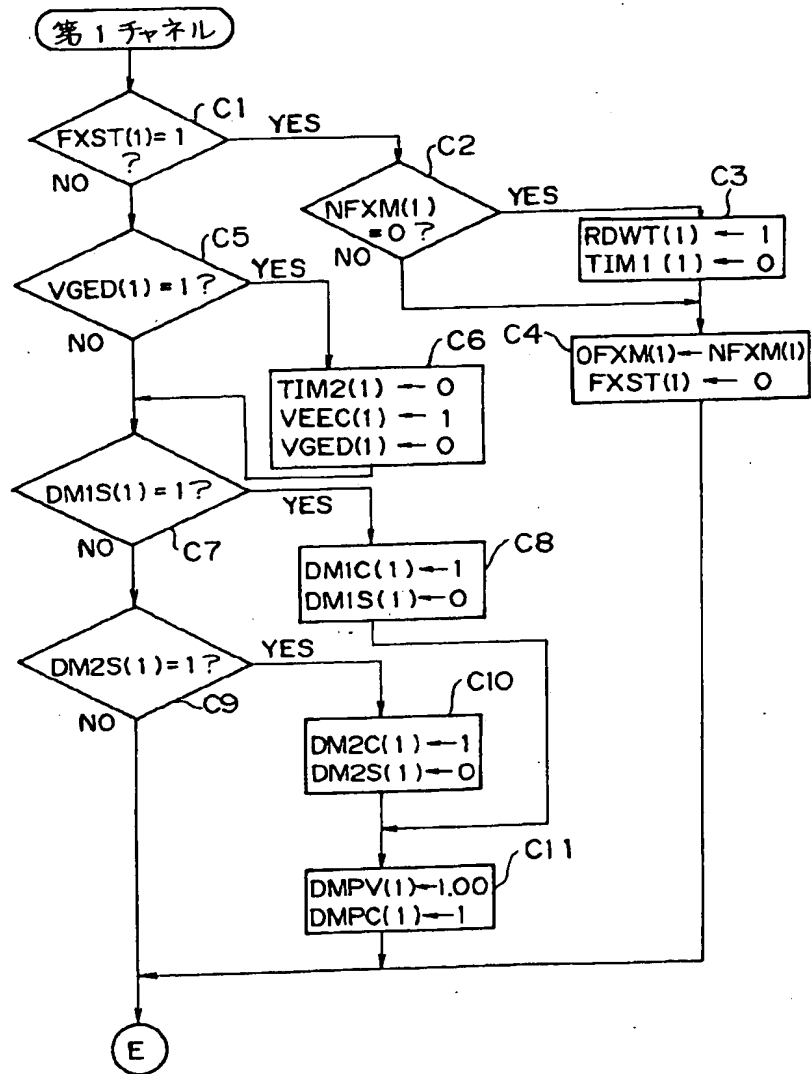
【図6】

メインル-チン(2/2)



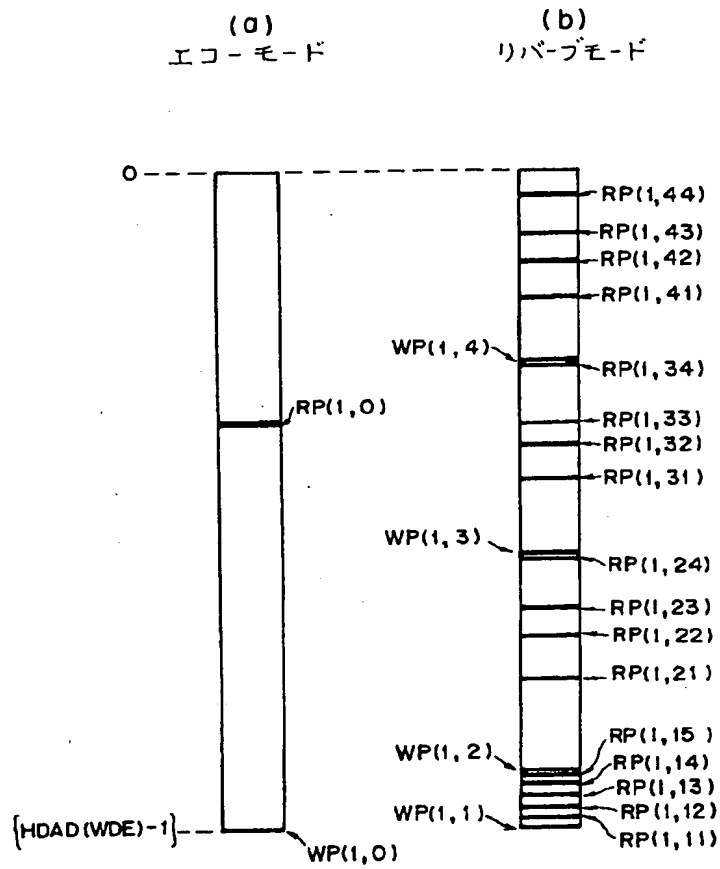
【図7】

第1チャンネル効果付与処理サブルーチン(1/2)



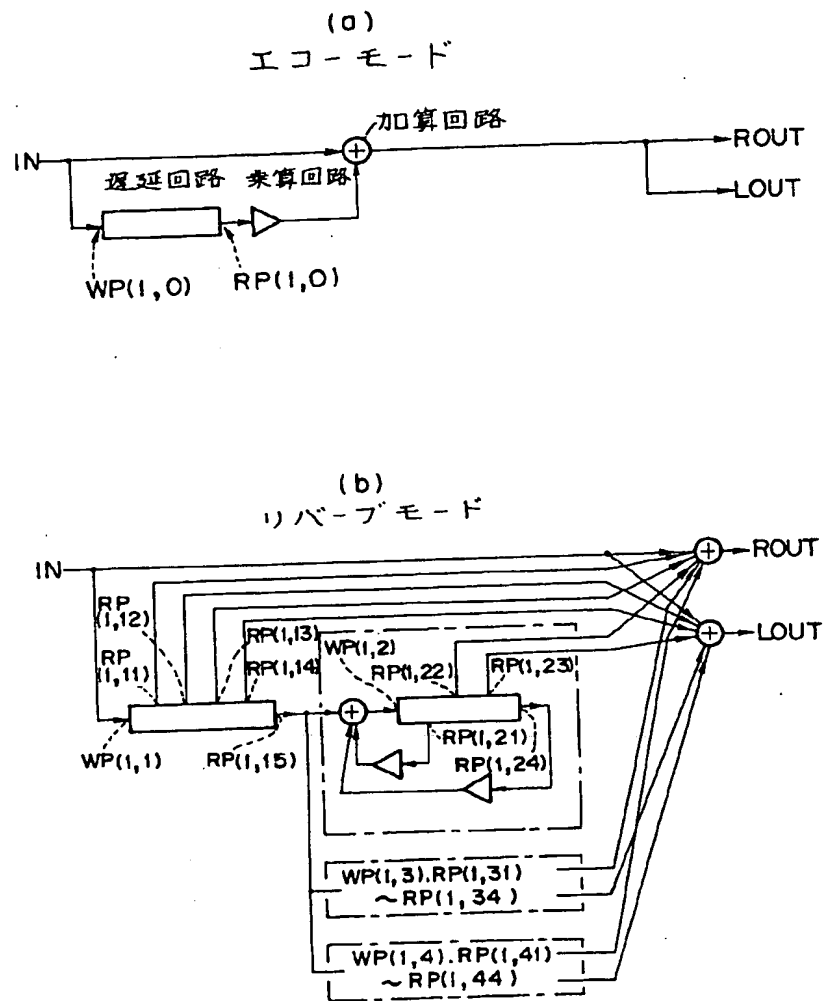
【図9】

メモリの使用態様



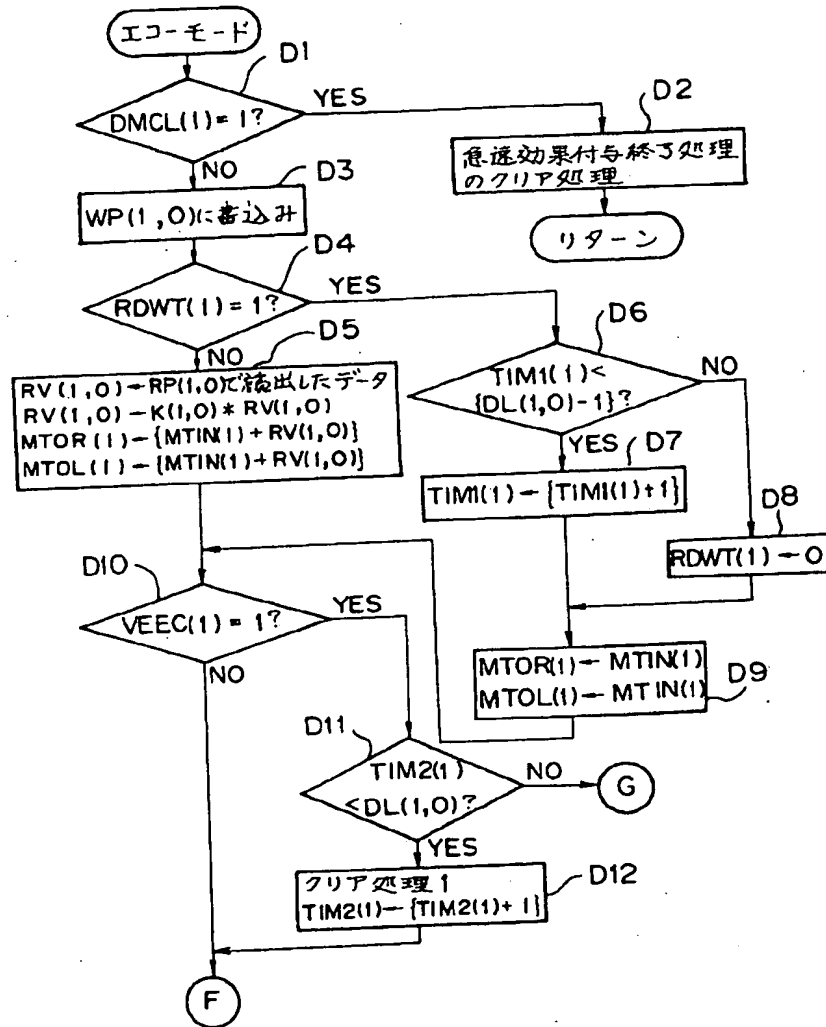
【図1.0】

各モードの等化回路表現



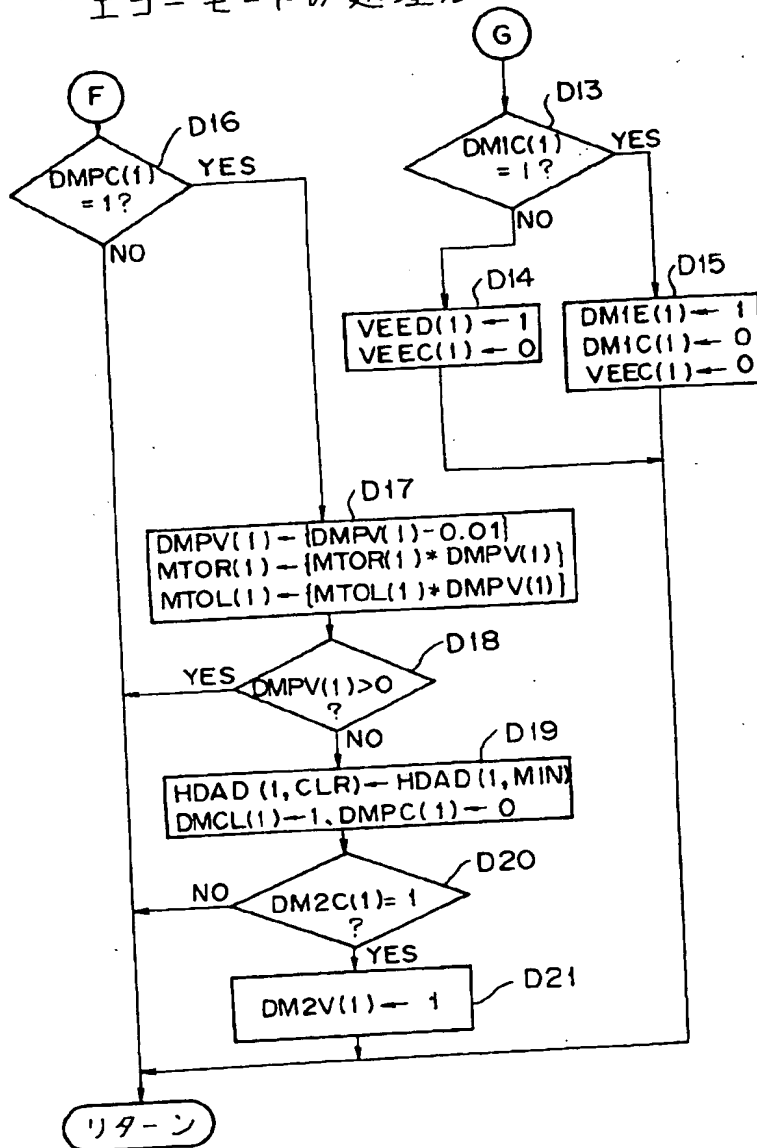
【図11】

エコーモードの処理ルーチン (1/2)



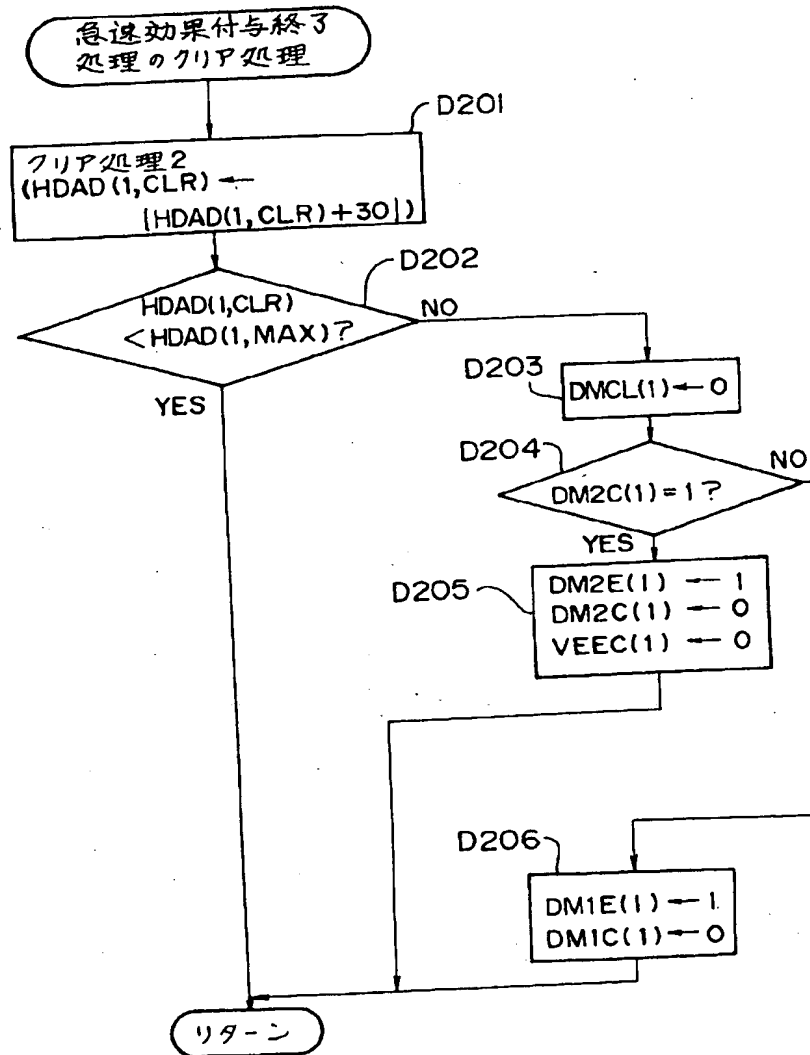
【図12】

エコーモードの処理ルーチン(2/2)



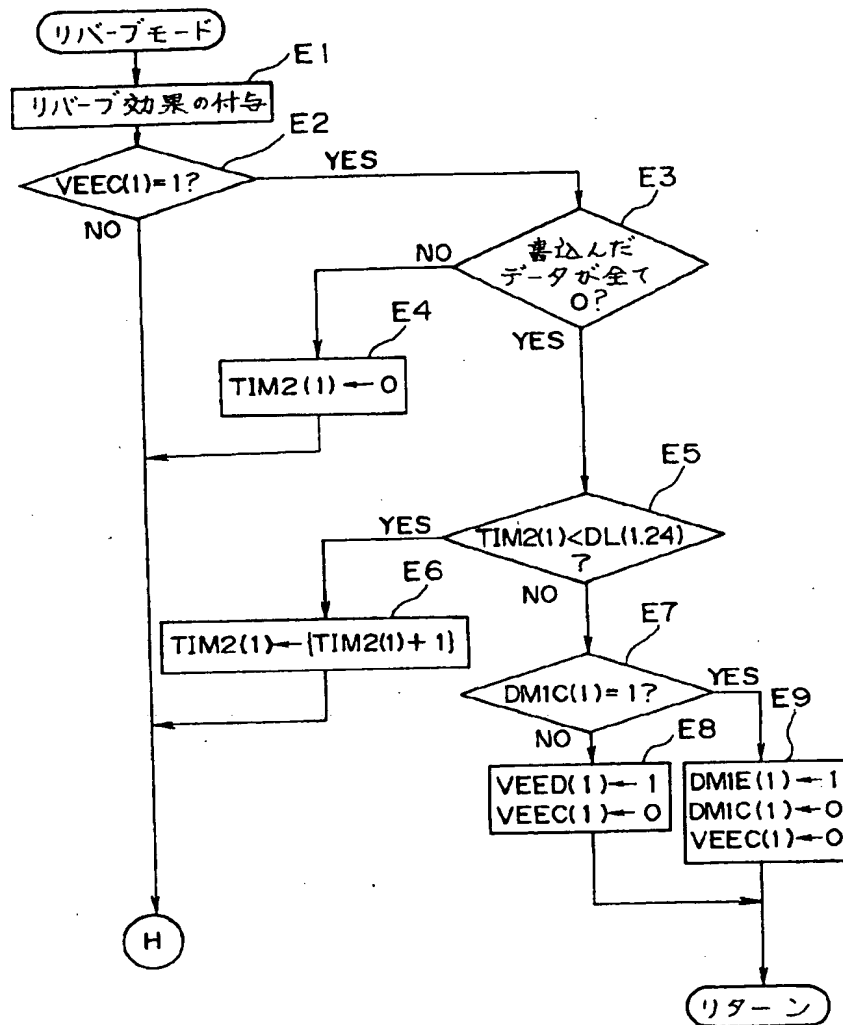
【図13】

急速効果付与終了処理のクリア処理ルーチン



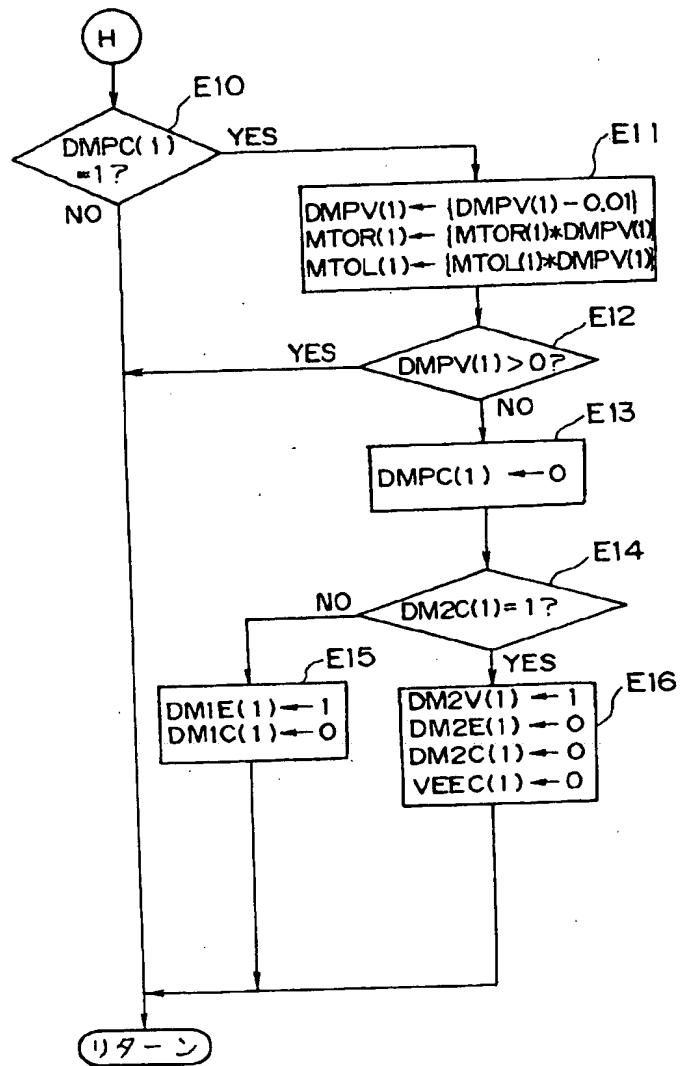
【図14】

リバースモードの処理ルーチン(1/2)



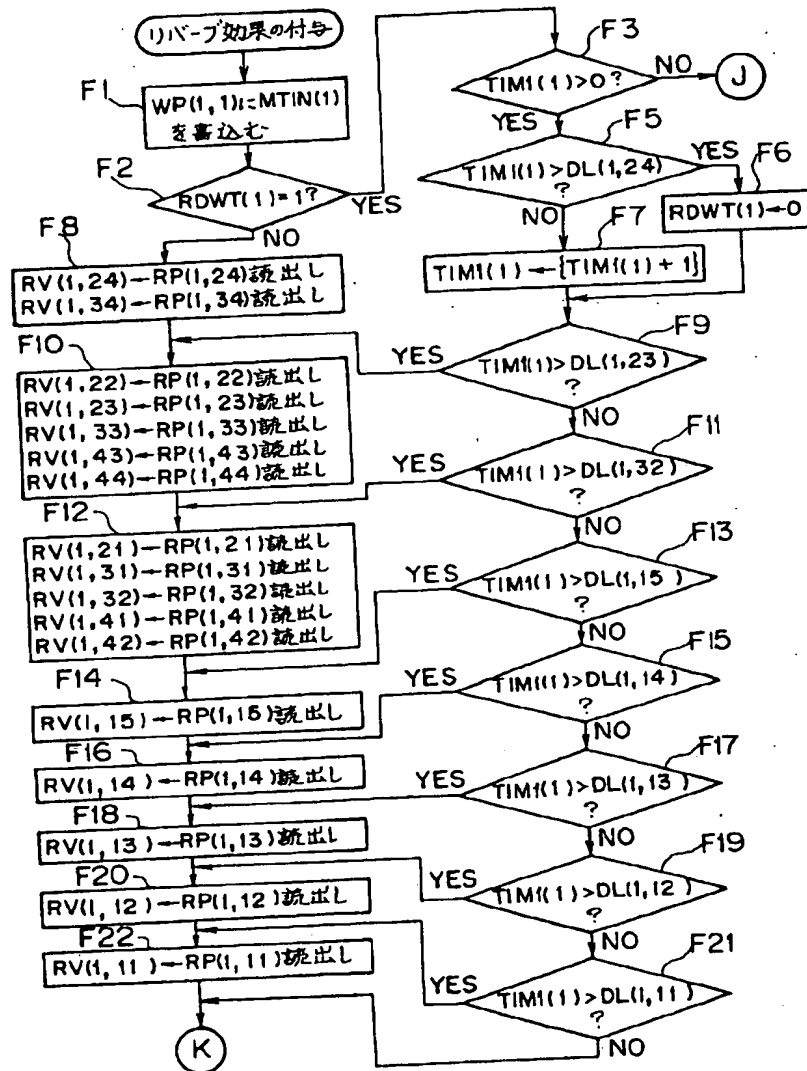
【図15】

リバースモードの処理ルーチン(2/2)



【図16】

他の実施例としてのリバ-ブモードの処理ルーチン



【図17】

他の実施例としてのリバ-ブモードの処理ルーチン(2/2)

